



Műegyetem – Kutatóegyetem

K+F+I Stratégia

Intelligens Környezetek és e-technológiák Kiemelt Kutatási Terület

Verzió 1.3, 2010. október 25.



„Minőségorientált, összehangolt oktatási és K+F+I stratégia, valamint működési modell kidolgozása a Műegyetemen”

TÁMOP-4.2.1/B-09/11/KMR-2010-0002

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Készítette:

Barsi Árpád (ÉMK)
Charaf Hassan (VIK)
Fehér Béla (VIK)
Hetthéssy Jenő (VIK)
Imre Sándor (VIK)
Kállay Mihály (VBK)
Kocsányi László (TTK)
Kondorosi Károly (VIK)
Monostori László (GPK)
Pataricza András (VIK)
Szabó Géza(KSK)
Szoboszlai Mihály(ÉPK)
Verebics János (GTK)

Véleményezte:

Czakó Ferenc
Laufer Tamás
Dr. Simonyi Ákos

TARTALOMJEGYZÉK

Tartalomjegyzék.....	3
Vezetői összefoglaló.....	5
1. Bevezetés.....	7
2. Helyzelemzés.....	11
2.1. Információs és kommunikációs technológiák helyzetképe	11
2.1.1. HELYZETKÉP AZ Európai Unió szintJÉN	11
2.1.2. Magyarország	11
2.1.3. A BME helyzete	12
2.2. Versenytársak/potenciális együttműködő partnerek.....	15
3. SWOT analízis	19
4. Jövőkép, VÍZIÓ.....	23
5. A stratégiaalkotás alapelvei, célkitűzései	25
6. Az IKT Kiemelt szakmai terület fejlesztési stratégiája	28
6.1. Alap IKT technológiák.....	28
6.1.1. Szoftver és hardver megoldások.....	29
6.1.2. Intelligens tartalom és algoritmika	32
6.1.3. Kommunikáció: vezetékes és vezeték nélküli	33
6.1.4. Biztonság, megbízhatóság, minőség, együttműködés	35
6.1.5. Ember-gép interakció	37
6.1.6. Jogi szabályozás	39
6.2. Alkalmazás-orientált kutatási irányok.....	40
6.2.1. Integrált e-gazdaság és e-társadalom.....	40
6.2.2. Helyfüggő Alkalmazások	42
6.2.3. Intelligens környezetek.....	43
6.2.4. Egészségipari és egészségügyi alkalmazások.....	45
6.2.5. Future Internet alapú alkalmazások.....	46

6.2.6. Közlekedési eszközök és rendszerek	46
6.2.7. Termelésirányítási és logisztikai rendszerek	48
6.2.8. Mérnöki- tudományos tervező rendszerek	49
7. Innovációs potenciál és erőforrások fejlesztése.....	53
7.1. Humán erőforrásigény, annak biztosítása.....	53
7.2. Infrastrukturális feltételek fejlesztése.....	54
7.3. Tudományos eredmények hasznosítása.....	55
7.4. Külső ipari és intézményi kapcsolatrendszer	56
7.5. BME Kiemelt kutatási területeinek kapcsolatrendszere (Belső kapcsolatrendszer, innovációs mátrix) ⁵⁶	
7.6. Egyéb, mégpedig.....	57
8. Forrásigény, finanszírozás, pénzügyi terv	58
8.1. A tervezett fejlesztések költségeinek becslése	58
8.2. A lehetséges források azonosítása, tervezése, kapcsolódás a nemzeti/EU/nemzetközi támogatási/együttműködési rendszerekhez.	58
9. Ütemezés	59
10. Monitorozás.....	60
11. Hatáselemzés	63
11.1. A fejlesztés várható eredményességének és hatásainak becslése az intézmény és a szakterület innovációs képességének javítására és eredményességére.	64
11.2. Oktatás, képzés, egyéb feltételek (2-3).....	64
12. Fogalomtár.....	66
13. Források.....	68

VEZETŐI ÖSSZEFOGLALÓ

Jelen dokumentum célja, hogy az „Intelligens környezetek és e-technológiák” területén stratégiai alapvetést adjon a BME rövid-, közép- és hosszú távú kutatási programjainak indításához. E stratégia irányainak kijelölését áthatja az a felismerés, hogy az eredményes kutatási tevékenység záloga az IKT (Információs és Kommunikációs Technológiák) szektor K+F+I irányával való összhang kialakítása.

Mindennapjaink egyre meghatározóbb részét támogatják és felügyelik intelligens környezetek és e-technológiák, amelyekben domináns szerepet töltenek be szoftverek illetve szoftverek formájában megtestesülő intelligens jelfeldolgozó, adatkezelő és tervező rendszerek. Intelligens környezetek és e-technológiák kutatási aktivitása olyan területekre irányul, melyben intelligens szolgáltatások sokaságával, számítógépek, adatgyűjtő pontok millióival rendelkező, nagy elosztott rendszerek fogják alkotni a közeljövő tudásalapú társadalmának, gazdaságának és szolgáltatási rendszerének alapvető infrastruktúráját. Ez az infrastruktúra határozza meg a műszaki és társadalmi-gazdasági folyamatok minőségét, hatékonyságát és megbízhatóságát is. Beépített intelligencia döntő mértékben képes hozzájárulni társadalmi szervezetek, termelési és szolgáltatási folyamatok működtetésének hatékonyságához. Ezen túlmenően a termelési és felhasználási folyamatok optimalizálásával a beépített intelligencia viszonylag kis beruházás mellett is a gazdasági és környezeti folyamatok hatékonyságának jelentős mértékű javulását eredményezi.

A jövő közösségi felhasználású informatikai rendszereit az egymással összekapcsolódni és együttműködni képes szolgáltató csomópontok, valamint a szolgáltatásokat felhasználni és integrálni képes, a felhasználók igényeihez, szokásaihoz, feladataihoz a legmesszebbmenőkig igazodó alkalmazások alkotják. Az összekapcsolódni és együttműködni képes szolgáltató csomópontok infokommunikációs rendszerének biztonsága összefügg az összekapcsolt, létfontosságú infrastruktúrák biztonságával is, ezért a két terület kutatás-fejlesztését összekapcsoltan kell végezni. Az ilyen irányú fejlesztések és kutatások teszik lehetővé az önálló fejlesztési potenciállal is rendelkező IKT technológiák egyre növekvő mértékű alkalmazását biztonságkritikus rendszerekben.

Az IKT-nek a gazdaságban önálló iparágként betöltött szerepe mellett jelentősége van más iparágak hatékonyságának javításában, ennél fogva versenyképességük növelésében is. A gazdasági vonatkozásokon túlmenően a társadalmi fejlődés motorja is a gyorsan fejlődő digitális technológiák alkalmazásba vételében keresendő. Az IKT kettős szerepe megfigyelhető a BME széles műszaki, gazdasági és természettudományi profiljában. Az IKT mint iparág alapvetően arra fókuszál, hogy az alkalmazásokon/szolgáltatásokon/rendszereken kívül technológiákat, eszközparkot, iránymutatásokat adjon arra, hogy a többi iparágban gyorsabban és hatékonyabban tudjunk megoldásokat létrehozni.

Miközben a BME kétségtelenül az ország meghatározó intézménye az alap- és alkalmazott műszaki-természettudományos kutatásnak a területén, unikális lehetősége és egyben felelőssége abban rejlik, hogy karai kompetenciájának szinergiájával olyan komplex és interdiszciplináris kutatási területek művelésére is képes, amely más, kisebb intézményekben nehezen, vagy egyáltalán nem valósulhat meg. A BME ezért célul tűzi ki, hogy ezeket a területeket tudatosan erősítse, és saját kapacitását kiegészítve, országos és nemzetközi kooperációs kutatások központja is legyen. Ennek a célnak megfelelően az anyag a nemzetközi trendek, az EU stratégiák és a hazai fejlesztési irányelvek figyelembevételével stratégiai célként azon területek művelését vázolja fel, ahol **a BME egyes szűkebb szakterületen jelentős kutatási eredményekkel rendelkezik, melyekre építve a területet fejleszteni, erősíteni kívánja és/vagy olyan komplex szakterület, ahol a karok, kutatócsoportok együttműködésének erősítésével a jövőben jelentős eredmények elérését tűzi ki célul** és ezeknek a

tevékenységeknek a tudatos fejlesztésével képessé válik a nemzetközi kutatási hálózatokhoz történő intenzívebb csatlakozásra, valamint a hazai speciális fejlesztési igények kielégítésére a kormány fejlesztési stratégiájának támogatására.

A stratégiai terv a BME széles és gazdag spektrumát tükrözi. A stratégiai tervet követő cselekvési tervben javasolandó a tematikai koncentrálás, az egyes stratégiai irányok fókuszálása olyan célok mentén, amelyek vonatkozásában a BME fontos nemzetgazdasági szerepet tud betölteni a tudástranszfer, minta alkalmazások létrehozása és a KKV szféra bevonását/aktivizálását illetően.

Alkalmazás-orientált kutatási irányok:

Kar/Alkalmazási irányok	É M K	É P K	G P K	G T K	K S K	T T K	V B K	V I K
Integrált e-gazdaság és e-társadalom				X			X	X
Helyfüggő alkalmazások	X	X	X		X	X		X
Intelligens mikro és makro környezet	X	X	X	X		X	X	X
Egészségipari és egészségügyi alkalmazások			X	X		X	X	X
Future Internet alapú alkalmazások (IoP, IoI, IoS, IoT)	X	X	X	X	X			X
Közlekedési eszközök és rendszerek	X				X			X
Termelésirányítási és logisztikai rendszerek			X	X	X	X		X
Mérnöki- tudományos tervező rendszerek	X	X	X		X	X	X	X

A fenti táblázat a stratégiai terv részeként jól demonstrálja a BME megalapozott, széles és gazdag K+F+I tevékenységének spektrumát. Az IKT kutatási program részletes megvalósítását a stratégiai tervhez kapcsolódó cselekvési programban kell majd megfogalmazni, ahol a tematikai fókuszálás, az eredmények hasznosítása is pontosításra kerülnek.

1. BEVEZETÉS

Az Európai Unió stratégiai terveinek megvalósulásában, a világszerte gazdasági versenyképesség javításában az információs és kommunikációs technológiák és alkalmazásai (IKT) területe kulcsszerepet játszik. E fontosságnak megfelelően az elmúlt években számos, a területhez kötődő elemző dokumentum jelent meg európai és hazai kormányzati stratégiai anyagokban. Megállapítható, hogy a világgazdaság fejlődését megalapozó globális technikai fejlődést, ezen belül az európai/magyar ipar versenyképességét és annak jövőbeli lehetőségeit a korábbi időszakban is alapvető mértékben határozták meg az IKT területén elért kutatási és fejlesztési eredmények.

Az IKT további növekedése lehetőséget ad arra, hogy a hazai és európai tudományos és technológiai bázis tovább erősödjön, sőt Európa vezető szerepet tölthessen be az IKT termékek és szolgáltatások fejlesztését, bevezetését és széleskörű alkalmazását illetően. Ugyanakkor ez a fejlődés hozzájárulhat ahhoz is, hogy csökkenjenek a társadalmi különbségek az élenjáró és a leszakadó régiók között. Ez a jelenség illetve megalapozott várakozás Magyarország tekintetében is igaz.

A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem mindeddig aktív résztvevője volt az IKT fejlődési folyamatának, és fontos célja, hogy kutatóegyetemként a jövőben is hozzájáruljon e terület elméleti alapjainak szélesítéséhez, gyakorlati alkalmazásainak kidolgozásához és ilymódon a technikai jellegű fejlődés kedvező társadalmi következményeinek bővítéséhez.

A BME-nek a hazai IKT stratégia kialakításában játszott kiemelkedő szerepét bizonyítja az a tény, hogy a BME vezető pozíciót tölt be a területhez kapcsolódó Nemzeti Technológiai Platformokban és saját bevétele - éppen az aktív IKT tevékenységeinek köszönhetően - az elmúlt egy évben az előző időszakhoz képest 14%-kal növekedett a válság ellenére. Ezen belül a sikeres pályázatok száma ugyan csökkent, de az elnyert pályázatok jelentősen nagyobb értékűek, mint a korábbiak. A Villamosmérnöki és Informatikai karon az IKT területhez tartozó tudományos kutatás minden mérhető eleme nőtt (PhD védések, publikációk, külföldi meghívások, akadémiai védések, stb.). sikeres doktori védések száma növekedett. Az eredményekre jelentős hatással volt az új típusú ipar-egyetem kapcsolatok megerősödése, melyben stratégiai együttműködési modellek (Samsung, ELMŰ, Mavir, Morgan-Stanley, Nokia-Siemens-Network, Ericsson, HP, Magyar Telekom, stb.) alakultak ki. Ezek a jelenségek azt mutatják, hogy a megpályázott támogatások megtérülésére vonatkozó várakozások megalapozottak.

Stratégiánkat - a fentieknek megfelelően - a korábbi erőfeszítéseink során született K+F+I eredményeinkre alapozva, az alábbi négy pillérré építjük:

- Tanszéki és akadémiai csoportok eredményessége
- Tematikus tudásközpontok eredményes tevékenysége
- Aktív és vezető szerep a Nemzeti Technológiai Platformok munkájában
- Széles műszaki, természettudományi és gazdaságtudományi szakértelemmel rendelkező munkatársi állomány.

A BME IKT tevékenysége szerteágazó. Egyrészt magában foglalja az IKT-t, mint megalapozó technológia szinte teljes spektrumát az országban egyedülálló módon, az akadémiai alaputatástól

kezdve annak iparszerű megvalósításán át az egyes igen széles értelemben vett műszaki- gazdasági alkalmazói területek megalapozásáig és alkalmazásainak fejlesztéséig.

A BME így szervezeti tagoltságában is az egyes szűkebb területeken elmélyült tanszékek illetve tanszéken belüli kutatócsoportok, a nagyobb területeket átfogó tematikus tudásközpontok, valamint az országos szinten a főbb szakterületeket egységesítő Nemzeti Technológiai Platformok teljes hierarchiáját tükrözi.

Tanszékek, tanszéki és akadémiai kutatócsoportok

Az IKT technológiák oldalán ma a BME az országnak az egyetlen olyan felsőoktatási intézménye, amely nemzetközileg is jegyzett módon az alapkutatástól az alkalmazott kutatáson keresztül a szakterület-specifikus alkalmazásfejlesztésig bezárólag átfogja a K+F tevékenység teljes vertikumát. A minősített kutatók számát, az innovációs és a publikációs tevékenységet tekintve egyaránt a BME az ország vezető egyeteme az IKT területén.

Rendkívül jelentős lehetőségeket biztosít ugyanakkor az is, hogy a BME az ország legnagyobb és a szinte a teljes műszaki tudományos vertikumot átfogó egyetemként, a műszaki (és kapcsolódó gazdasági, társadalomtudományi) szakterületeken a tudományos megalapozástól az alkalmazásig terjedő spektrumot átfogóan rendelkezik mély tudással és megalapozott K+F potenciállal, hiszen a műszaki-gazdasági innováció tárgyasululásának mindinkább az IKT a fő megvalósítási formája.

Tematikus tudásközpontok

A műegyetemi IKT kutatócsoportok szakmai tevékenysége, ipari együttműködésének eredményei hazai és nemzetközi körökben egyaránt elismerést váltott ki. A pozitív fogadtatás lendületet adott ahhoz, hogy a BME több témában – ipari partnerekkel együtt – tudásközpontokat hozzon létre állami támogatással. A tudásközpontok munkájának egyik tapasztalata, hogy a különböző egyetemi kutatócsoportok a tanszéki határokat megbontva, de a tanszéki autonómia és érdekeltég megtartása mellett, hatékonyan együtt tudnak működni egymással illetve ipari partnereikkel. A széleskörű együttműködés szinergikus hatása következtében erősebb, transzparensabb és az ipar által közvetlenül felhasználható, megfelelő publicitással rendelkező eredmények születtek. Ez a tudatos, fókuszált építkezés sikeresnek bizonyult és több tudásközpont a támogatási időszakon túl is működőképesnek bizonyult.

Nemzeti technológiai platformok

A BME aktivitásának és tapasztalatainak köszönhetően – az IKT területén – vezető szerepet töltött és tölt be meghatározó jelentőségű nemzeti technológiai platformok megalakításában és tevékenységében. A platformok még szélesebbre nyitották az egyetemi-ipari együttműködés lehetőségét mind a tudásközpontok, mind más egyetemi szervezeti egységek számára.

A platformok célja a vonatkozó szakmai terület hosszú távú kutatás-fejlesztési stratégiájának meghatározása az ipari, egyetemi, akadémiai, állami szervezetek együttműködésével.

A BME kiemelkedő szerepet tölt be az alábbi platformokban:

- NESSI
- Artemis

- eVITA

A BME közreműködik az alábbi platformok munkájában:

- Mobilitás és multimédia
- Nyelv- és beszédtechnológia
- Manufuture-hu

E nemzeti platformok mindegyike létrehozta saját kutatás-fejlesztési stratégiáját. A jelen IKT stratégia ezen platformok stratégiai megállapításaival összhangban készült.

Széles műszaki, természettudományi és gazdaságtudományi szakértelemmel rendelkező munkatársi állomány

Átfogó jellegéből adódóan, az IKT terület K+F+I eredményei a BME mind a nyolc – így a hat műszaki, továbbá természettudományi és gazdaságtudományi – karán hasznosulhatnak. Ennek következtében a jelen stratégiai kutatási dokumentum az alapidokumentum szerepét kívánja betölteni az egész egyetem vonatkozásában.

A stratégia szakmailag két rétegre bontható: alaptermészetekre és alkalmazási kutatási irányokra. Az alaptermészetekre épül a különböző alkalmazási kutatási irányok rétege. Ide tartoznak a szoftver/hardver komponensek, a kommunikáció, a tartalom és algoritmika, a felhasználói felületek, a nem funkcionális irányok (minőség, biztonság, megbízhatóság), valamint az IKT jogi kérdései. Az alkalmazás-orientált kutatási irányokat - az egyetemi kompetencia térképpel összhangban - az Egyetem nyolc szakmai kompetenciaterület figyelembe vételével jelöli ki.

A stratégiai dokumentum minkét rétegre vonatkozóan az elvégzendő *feladatok jellegét* tekintve az alábbi, a kiértékelést segítő négy szempontra fókuszál:

1. Elméleti eredmények.
2. Humán erőforrás fejlesztés.
3. Kutatás és innováció infrastruktúrafejlesztési igénye
4. Innovatív alkalmazások és rendszerek.

Ez a négy szempont megfelel a TÁMOP pályázat kiírásában szereplő szempont rendszernek is.

Az IKT Kiemelt Kutatási Terület jövőképe szerint tevékenységünk olyan kutatási területre irányul, melyben intelligens szolgáltatások sokaságával, számítógépek, adatgyűjtő pontok millióival rendelkező, nagy elosztott rendszerek fogják alkotni a közeljövő tudásalapú társadalmának, gazdaságának és szolgáltatási rendszerének alapvető infrastruktúráját. Ez az infrastruktúra mind a műszaki folyamatok, mind pedig a társadalmi-gazdasági folyamatok minőségét, hatékonyságát és megbízhatóságát meghatározza. Beépített intelligenciája döntő mértékben járul hozzá a társadalmi szervezet, a termelési és szolgáltatási folyamatok hatékonyságához, mi több a beépített intelligencia lehetővé teszi a termelési és felhasználási folyamatok optimalizálásával a gazdasági és környezeti folyamatok hatékonyságának drasztikus javítását viszonylag kis beruházás mellett is.

Ennek megfelelően a jövő informatikai rendszereit az egymással összekapcsolódni és együttműködni képes szolgáltató csomópontok, valamint a szolgáltatásokat felhasználni és integrálni képes, a felhasználók igényeihez, szokásaihoz, feladataihoz a legmesszebbmenőkig igazodó alkalmazások alkotják. Megjegyezzük, hogy ezeknek a komplex rendszereknek az egyre dominánsabb hányada szoftver illetve olyan intelligens vagy adatkezelő jelfeldolgozó modul, amelyet szoftver testesít meg.

Az IKT-nek a gazdaságban önálló iparágként betöltött szerepe mellett a felhasználása döntő más iparágak hatékonyságának javulásában, és ezzel párhuzamosan versenyképességük növelésében is. A társadalmi fejlődés motorja is jórészt a gyorsan fejlődő digitális technológiákban keresendő. Az IKT kettős szerepe megfigyelhető (önálló iparág és más iparágak segítőjeként) a BME széles műszaki, gazdasági és természettudományi profiljában. Az IKT mint iparág alapvetően arra fókuszál, hogy az alkalmazásokon/szolgáltatásokon/rendszereken kívül technológiákat, eszközparkot, iránymutatásokat adjon arra, hogy a többi iparágban könnyen tudjunk megoldásokat létrehozni.

2. HELYZETELEMZÉS

2.1. INFORMÁCIÓS ÉS KOMMUNIKÁCIÓS TECHNOLÓGIÁK HELYZETKÉPE¹

A komplex informatikai szolgáltatások a mindennapi élet természetes részévé váltak, használatuk minden területen, minden érintett számára magától értetődő, könnyen kezelhető, egyben nélkülözhetetlen.

Az IKT ágazat a társadalom valamennyi szegmense számára elengedhetetlenül fontos:

- a vállalkozások értékteremtési és értékesítési tevékenységük során IKT termékeket használnak, illetve tevékenységüket az IKT termékek növekvő felhasználásával tudják még hatékonyabbá tenni
- az állami szektor működése a különféle innovációs megoldások és alkalmazások használatának hatására egyre erősödő mértékben támaszkodik az IKT-re
- a lakosság is egyre nagyobb mértékben használja az IKT nyújtotta lehetőségeket a mindennapi élet során.

2.1.1. HELYZETKÉP AZ EURÓPAI UNIÓ SZINTJÉN

Az információs és kommunikációs technológia napjainkban az innováció fontos hajtóereje és a gazdasági növekedés egyik fő forrása. Az európai vállalkozások, mind a magán-, mind az állami szektorban, jelentős strukturális változásokkal szembesülnek és az ezekhez való alkalmazkodáshoz szoftverek és szolgáltatások támogatását igénylik.²

Az IKT az innováció nélkülözhetetlen részét képezi, a felmérések tanúsága szerint a termelékenység növekedésének 40%-a az IKT-nek köszönhető, a fejlődés szolgáltatás-orientált környezetet követel meg.³ Az utóbbi évtizedben az IKT területén négy rendkívül komoly fejlődési trendet figyelhetünk meg:

- szolgáltatás-orientáltság mint megközelítés terjedése, azaz a nagybonyolultságú informatikai szolgáltatások professzionális szolgáltatáskomponensek integrációjával történő létrehozása;
- mobilitás, azaz az IKT szolgáltatások elérhetővé válása a geográfiai lokációtól függetlenül;
- nyílt forráskódú rendszerek elterjedése, azaz az informatikai rendszerekben megvalósuló szellemi tulajdon közkinccsé válása;
- kiber-fizikai, illetve ambiens rendszerek előretörése, azaz a fizikai és informatikai világ gyors ütemű fűziója.

2.1.2. MAGYARORSZÁG

¹ NESSI-Hungary Jövőkép 1.1, http://nessi.hu/sites/default/files/Nessi_hu_JÖVŐKÉP_090930_V1.pdf

² <http://www.nessi-europe.eu/>

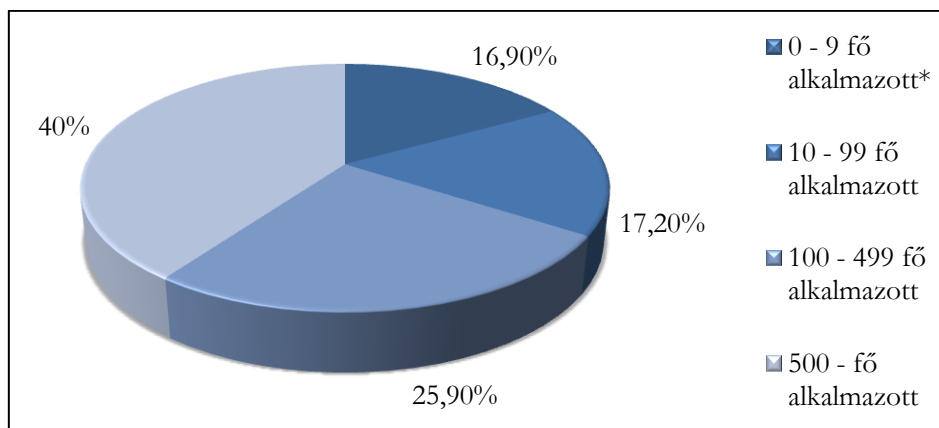
³ <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/> – Tudomány és technológia / Információs társadalom

Az IKT szektor fontos szerepet játszik a magyar gazdaságban is, hiszen foglalkoztatási szempontból az egyik legdinamikusabban növekvő szektornak tekinthető: a piac keresleti oldalán dolgozó szakemberekkel együtt több mint 120 ezren dolgoznak ezen a területen.

Azon túl, hogy az IKT szektor önmagában is fontos szerepet tölt be a gazdaságban, az IKT felhasználása más iparágak hatékonyságának javulásában és ezzel együtt versenyképességük növelésében is döntő fontosságú; sőt, a társadalmi fejlődés motorja is nagyrészt a gyorsan fejlődő digitális technológiákban keresendő.

A magyarországi informatikai és távközlési belső piac együttes mérete 2007-ben elérte az 1 476 milliárd forintot, amelyben a távközlési aránya eléri a 60%-ot (az EU-arány 44%). Ezt egészíti ki a közel 849 milliárd forintos informatikai export piac, amelynek növekedése elsősorban a szoftver és szolgáltatás exportból származott. A teljes IKT piacon belül (azt 100%-nak tekintve) az IT szolgáltatások 18%-ot, a hardver 16%-ot és a szoftver 6%-ot képvisel. A teljes informatikai kiadásokat tekintve a 100 fő feletti alkalmazottal rendelkező vállalkozások IT kiadásai adja a piac közel 70%-át, míg a kisvállalatok és a háztartások továbbra is szerény mértékben költenek informatikai beruházásokra, fejlesztésekre (3. ábra).

3. ábra A vállalkozások és a háztartások informatikai költése



Forrás: NESSI-Hungary: Jövőkép 1.1, 8. oldal

Megjegyzés: * 0-9 fő alkalmazottal rendelkező vállalkozások a háztartásokkal együtt

Ugyan az ágazat kutatás-fejlesztési ráfordításainak aránya az európai átlaghoz képest alacsony, de bizonyos specifikus mérőszámok (mint például a szélessávú internet-penetráció), és főleg azok növekedési üteme jóval kedvezőbb értékeket mutat. Ez a „relatív elmaradottság” hatása: az egyes technológiai lépések kihagyása a legmodernebb technológiák elterjedésének kedvez.

2.1.3. A BME HELYZETE

Komplex informatikai rendszert alkotó alrendszereket gyakran önálló, független szervezetek működtetik. A rendszerek egyre inkább a mindennapi élet részévé válnak, szolgáltatásaik magas fokú társadalmi hatékonyságot biztosítanak. Az összekapcsolódás alapvető, világméretű infrastruktúrája, az Internet, működik, egyre több eszköz kapcsolódik rá, és egyre több szolgáltatás érhető el rajta. Napirenden van a több, önálló szervezet rendszereit integráló komplex rendszerek kialakítása.

Megszülettek ennek architektúráis és technológiai alapelvei, a szolgáltatásorientált architektúra (SOA) paradigmája és támogató eszközei. A tapasztalatok pedig megmutatják a továbblépés akadályait és a megoldandó problémákat.

A kiber-fizikai (cyber-physical), illetve ambiens rendszerek algoritmikai képességei között alapvetően megjelennek az egyetem mesterséges intelligencia területén elért eredményei: a komplex döntéstámogatás, a környezetből származó információ komplex feldolgozása és felismerése (pl. adaptív jel- és képfeldolgozás) és ennek folyamánaképpen a direkt döntések meghozatala.

Az egyetem sajátos szakterülete a komplex jelfeldolgozási feladatok dekomponálása, illetve célarchitektúrákhoz illeszkedő algoritmikája, valamint az algoritmusok nagysebességű és nagy-megbízhatóságú implementációját lehetővé tevő megfogalmazása.

Az egyetem másik sajátos szakterülete a funkcionális feladatmegoldásból induló kiber-fizikai implementáció. Ebben az egyetemnek mind a folytonos absztrakciós szintű rendszermodellek kialakítása terén, mind pedig az implementáció közvetlen felügyelete terén kiemelkedő gyakorlati és elméleti eredményei vannak. Az eredmények elsődlegesen az adaptív és futási idejű felügyeletekhez, a rendszerdiagnosztikához és az optimalizáláshoz kapcsolódnak.

A rendszertechnika és szoftvertechnológia területén az egyetem a modell alapú tervezés és fejlesztés, a beágyazott rendszerek speciális, nagysebességű implementációs technikái (HW szintézis, DSP-, mikrokontroller- és FPGA-alapú rendszerek továbbá IC-k (ASIC-ek tervezése)), valamint azok nagyteljesítményű számítógépes rendszerekbe (pl. cloud) való integrálásának nemzetközileg is elismert kutatóhelye.

A kommunikáció területén az egyetem nemzetközi szinten is jegyzett és elismert kompetenciái közé tartoznak a globális IP alapú multimédia hálózatok és az önszerveződő rendszerek vezetékes és vezeték nélküli megoldásai. Ezek révén valósul meg a távközlési és informatikai világ integrációja. Az egyetemünk tanszékei által felhalmozott tudás a végfelhasználótól, a hálózati elemeken keresztül, az univerzális tartalom-elérésig feszülő információ-továbbítási ívet - annak szerkezeti, modellezési, tervezési, működtetési, tesztelési és mérési kérdésköreire egyaránt kiterjedően - teljes egészében felöleli.

A kommunikációs témakör másik, egyetemünk által kiemelten kezelt területe a szolgáltatások és alkalmazások világa. A közcélú és készenléti rendszerek általános infokommunikációs szolgáltatásai mellett ide kell érteni az olyan fontos alterületeket is, mint a járműipart és közlekedést, a logisztikát, valamint az egészségügyet támogató speciális szolgáltatásokat. A helyfüggő alkalmazások egyfajta integráló szerepet töltenek be a stratégiai terv egyes részterületei között, mivel egyik terület sem nélkülözheti valamilyen formáját.

Erős iskola működik a szolgáltatásbiztonságra való tervezés területén részben a biztonságkritikus rendszerek modell alapú tervezése, részben pedig a szolgáltatásbiztonság és funkcionális biztonság formális analízise területén. Új elem az ambiens rendszerekben a meghibásodások és az adatbiztonság együttes vizsgálata, valamint az ilyen rendszerek felügyelete. Ugyancsak erős iskolák találhatóak a biztonságkritikus rendszerek fejlesztése, illetve az IKT rendszerek biztonságkritikus rendszerekben történő figyelembe vétele, alkalmazása területén pl. nukleáris erőművi technika vagy járműves alkalmazások vonatkozásában.

Tudásközpontok

A tudásközpontok eredményes munkája alátámasztja az állami támogatás szükségességét, amely képes felerősíteni az IKT szektor fejlődését. A fejlődés felgyorsítását indokolja, hogy a K+F+I ráfordítások ma Magyarországon nem érik el a GDP egy százalékát, Európa több országa ennek a kétszeresét tudja felmutatni és az EU 2020-as célkitűzése (3 százalék) minden ország számára kitörési pontként aposztrofálja a területet.

Egyetemközi Távközlési és Informatikai Kooperációs Kutatási Központ (ETIK):

Az Egyetemközi Távközlési és Informatikai Kooperációs Kutatási Központ (ETIK) 2002-ben jött létre a BME keretében a Nemzeti Kutatási és Technológiai Hivatal (NKTH) támogatásával két egyetem és nyolc ipari partner négyéves együttműködési tapasztalataira építve. Az ETIK az alábbi főbb szakterületeken folytat kutatási-fejlesztési és innovációs tevékenységet: a) médiainformációs és kommunikációs technológiák és rendszerek; b) infokommunikációs hálózatok és szolgáltatások technológiái, tervezése, menedzselése, üzemeltetése és szabályozása; c) matematikai módszerek az infokommunikációban. Az ETIK tevékenységében a K+F+I mellett kiemelt szerepű a tudományos utánpótlás nevelésének támogatása.

Mobil Innovációs Központ (MIK):

A központ a Nemzeti Kutatási és Technológiai Hivatal pályázati támogatásából alakult meg 2005-ben, egyetemek, akadémiai kutatóintézet, iparvállalatok, szolgáltatók, és tudományos kutatással foglalkozó kis- és középvállalatok együttműködésével.

A MIK kutatás-fejlesztési területei: a nagy-sebességű mobil és vezeték nélküli kommunikációs technológiák; a 3G/4G mobil és vezeték nélküli technológiák és hálózati szolgáltatások bevezetésének, az ilyen technológiákra épülő rendszerek és alkalmazások telepítésének és azok független környezetben történő tesztelésének az elősegítése; a legújabb mobil és vezeték nélküli kommunikációs technológiák/szolgáltatások létrehozásának, fejlesztésének és gyakorlati alkalmazásának az ösztönzése; az egyetemek és az ipari cégek, kis- és középvállalatok szoros kutatási-fejlesztési együttműködésének elősegítése, és a mobil és vezeték nélküli technológiák és szolgáltatások fejlesztésére alapított kis cégek támogatása.

Információtechnológiai Innovációs és Tudásközpont (IT)2:

A BME Információtechnológiai Innovációs és Tudásközpontja 2005-ben jött létre az NKTH RET pályázatának támogatásával. Kutatás-fejlesztési területei: többretegű, többdimenziós metamodellekre alapozott szoftver fejlesztési módszertan kidolgozása és az erre alapozott fejlesztői keretrendszer kialakítása; elosztott rendszerek vizsgálata (párhuzamos algoritmusok, egyszerű használat biztosítása az alkalmazások és a felhasználók számára, terheléelosztás, teljesítmény-optimalizálás, integrációs technikák, együttműködési szabványok kialakítása); az IT biztonság problémái (laboratórium létrehozása az IT biztonság és minőség vizsgálatára és hitelesítésére, az új fenyegetések analízise, azonosító és hitelesítő technikák, biztonságos fizetési protokollok, audit-módszertanok, a termék, a folyamatok és az erőforrások minőségi attribútumainak meghatározása, metrikái és mérési módszerek; a humán felhasználók és a gépi rendszerek közötti interakció általános kérdései, vizuális és hanginterfészek.

Elektronikus jármű- és járműirányítási tudásközpont is működik az egyetemen. A tudásközpont IKT aspektusa hidat képez az IKT és Jármű szektor között.

2.2. VERSENYTÁRSÁK/POTENCIÁLIS EGYÜTTMŰKÖDŐ PARTNEREK

Ebben a fejezetben ismeretetésre kerülnek a partner intézmények elképzelései az IKT területén, (amennyire sikerült erről információt szerezni). Az IKT területén meg kell találnunk a helyes együttműködési modellt a partner intézményekkel.

Debreceni Egyetem stratégiája (Kutató egyetemi konferencia ELTE 2010.06.22):

- Hatékony tehetséggondozás és kutatóképzés
- K+F+I projektek számának, súlyának növelése
- Tudás- és technológia transzfer kiemelt területként történő kezelése akcelerator funkció felvállalásával (klaszterek)
- Nemzetközi kutatóegyetemekkel kialakítandó partnerség, kutatói hálózatok kialakítása
- Jól működő technológia transzfer rendszer kiépítése nélkül nem lehet megfelelni a régió, a társadalom igényeinek
- A jelenleg rendelkezésre álló hazai és nemzetközi egyetemi rangsorok nem nyújtanak a magyar intézményeknek objektív alapot komplex oktatási és tudományos teljesítmény összehasonlításra, legfeljebb orientációra alkalmasak. Feladat: Legyen(ek) ilyen(ek) - EU, hazai
- A kutatóegyetemi cím és az új források elosztásánál a jól mérhető teljesítményekből és kiválóságból szabad csak kiindulni
- Új egyetemi kihívás:
 - Fókuszterületek és kiválósági helyek belső kiválasztása
 - A megjelenő kutatási többletforrások belső elosztási és beszámoltatási
 - rendszerének kiépítése
- A versengő intézményeknek át kell gondolniuk doktorképzési rendszerüket, haladva a karoktól a szervezetileg független „graduate school”-ok kialakítása felé

ELTE stratégiája (Kutató egyetemi konferencia ELTE 2010.06.22):

- természettudomány/informatika: világszínvonalú műszerek beszerzése, vonzó kutatási központok kialakítása a hazai és külföldi kutatók számára, a tehetséges és külföldön is eredményes fiatalok visszatérése,
- a mobilitás támogatása: a mester/doktor hallgatók, fiatal oktatók, kutatók kiváló külföldi egyetemeken
 - szerezzenek kutatási tapasztalatot,

- ismerjék meg a legújabb eredményeket, trendeket,
- vegyenek részt nemzetközi projektekben,

- kiemelt kutatási területek: az Európai Bizottság ajánlásai, a nemzetközi prioritások alapján olyan területek, amelyek választ adhatnak korunk aktuális műszaki, társadalmi, kulturális kihívásaira.

Pannon Egyetem stratégiája (Kutató egyetemi konferencia ELTE 2010.06.22):

„Alapvető stratégiai célkitűzésünk, hogy a Pannon Egyetem magas szintű, nemzetközileg elismert, akkreditált oktatási tevékenysége mellett kutatási-fejlesztési-innovációs központtá fejlődjön az elkövetkezendő években, és regionális szerepvállalása is erősödjön.”

Miskolci Egyetem stratégiája (Kutató egyetemi konferencia ELTE 2010.06.22):

- a Régió igényeinek megfelelő, általános és széleskörű képzési kínálat;
- a tudományterületek universitas jellegből adódó összekapcsolásával – Régióon túli, nemzeti és nemzetközi igényeket kielégítő – egyedi képzési programok;
- egyedi területeken, szakmai hagyományaira és saját tudásbázisára épülően, a Régió határain túlmutató vonzerő;
- ismert és elismert kutatási-innovációs-oktatási (K+F+I+O) műhelyek, közöttük kiválósági központokat működtetése;
- a különböző tudomány-területek/tudományágak (MTMI), humán- és társadalom-tudományi, inter- és multidiszciplináris területek) arányos és/vagy egyenszilárdságú fejlesztése.

Szegedi Tudományegyetem céljai (<http://www.u-szeged.hu/kutatas-tudomanyos-elet>):

A kutatási versenyképesség fokozását közvetlenül négy fő logikai elem szolgálja. Egyrészt az egyetem alapvető kompetenciái mentén inter- és multidiszciplináris kutatócsoportok nemzetközileg versenyképes tevékenységének biztosítása. Másrészt a vállalatorientált K+F fokozása érdekében a hazai és nemzetközi kapcsolatépítés támogatása, beleértve a vállalatorientált K+F projektmenedzsment hatékonyságának emelését, a szellemi tulajdon védelmét, a technológiatranszfer támogatását. Harmadrészt az innovatív vállalkozás-fejlesztési szerepvállalás fokozása az intézményi know-how spin-off hasznosulásának emelése érdekében. Negyedrészt a tudományok eredmények a szélesebb társadalmi kör számára történő átadásának fokozása, támogatandó a kutatóegyetemi arculat megteremtését, az intézményi eredmények fokozottabb társadalmi megosztását.

E négy fő logikai elem érvényesüléséhez további négy feltétel teljesülése szükséges. Egyrészt a kutatás-fejlesztési alapinfrastruktúra javítása, amortizációarányos pótlása, mely a nemzetközivé vált K+F versenyben való helytállás előfeltételeként tekinthető mind a nemzetközileg versenyképes kutatócsoportok tevékenységének biztosítása, mind a vállalatorientált K+F fokozása, mind az innovatív vállalkozási tevékenység megvalósítása érdekében. Emellett a tehetségmenedzselés integrált megvalósítása, mely szükséges a nemzetközileg versenyképes kutatócsoportok fenntartása, fejlesztése, továbbá a vállalatorientált K+F tevékenység becsatornázásának fokozása érdekében. Harmadrészt a

szellemi termékek transzferét középpontba állító kutatói tevékenység elismerésének fokozása, mely elengedhetetlen humán erőforrás gazdálkodási aktivitás a nemzetközileg versenyképes K+F eredmények megvalósításához, a magas színvonalú emberi erőforrás megőrzéséhez éppúgy, mint a kutatási eredmények vállalkozásokba történő transzferálása, a gyakorlatorientált K+F megvalósítása érdekében. Végezetül az innovatív vállalati tevékenység környezetének javítása, mely magában foglalja az innovatív (K+F orientált ágazatokba tartozó) vállalatok, illetve K+F részlegeik számára vonzó működési környezet kialakítását, mely támogatja mind a fenntarthatóan magas intenzitású egyetemi-vállalati kapcsolatrendszer kiépítését, másrészt vonzó spin-off környezet kialakulását, harmadrészt az egyetemi K+F kompetenciák magas szintű kiaknázását.

MTA SZTAKI:

Az *MTA Számítástechnikai és Automatizálási Kutató Intézete (MTA SZTAKI)* nemzetközi mércével mérhető alapkutatási eredményekre építi az itthon és külföldön is hasznosítható informatikai fejlesztéseket és a magas szintű tanácsadási tevékenységet, egy olyan kiválósági központot célozva, mely vonzó témákat és körülményeket biztosít a tehetséges fiatalok Ph.D. tanulmányához, alkotó tevékenységük megkezdéséhez.

A nagyobb lélegzetű feladatoknak megfelelő kutatói közösségek létrehozása céljából kiemelt feladatnak tartják a hazai és nemzetközi együttműködések, konzorciumok, virtuális laboratóriumok alapítását és működésük biztosítását. Eredményeik felhasználása tekintetében is szükségszerűen nemzetközi méretekben gondolkoznak. Példaként az Intézet keretében működő *Fraunhofer-SZTAKI Termelésmenedzsment és –informatika Projektközpont* hozható fel.

Az EU által adományozott *Centre of Excellence in Information Technology, Computer Science and Control* kitüntető címéhez és az *ERCIM*-ben (*European Research Consortium for Informatics and Mathematics*) betöltött szerepéhez méltóan a SZTAKI továbbra is jelentős mértékben részt kíván venni az EU Keretprogramjaiban, de egyben fokozza az Európán kívüli együttműködések is, melyek egyébként már eddig is számos szabadalomhoz vezettek.

Az *egyetemi graduális is posztgraduális oktatást* az Intézet a kutatási tevékenység fontos velejárójaként és a jövőépítés elengedhetetlen feltételeként kezeli.

PPKTE

Az Információs Technológiai Kar 1998-as alapításával a fiatal fakultások közé tartozik, így mostanra zárult le az alapvető infrastruktúra kialakítása, valamint a szakok és a képzési struktúra kialakítása is. Óriási előnyt jelentett számunkra, hogy az intézmény szerkezetének kialakításakor és az oktatási programok felépítésében a küldetésnyilatkozatunkban megjelölt célok, értékek és a minőség védelmét szem előtt tartva rugalmasan alkalmazkodhattunk a tudományos fejlődés világtendenciáihoz, illetve a munkaerőpiac követelményeihez. Egy már kialakult, merev szervezeti, illetve oktatási rendszer reformálása helyett minden erőforrás így az optimálisra tervezett szervezeti és oktatási struktúra felépítésére volt fordítható.

A Kar a kutatóegyetemeken világszerte elterjedt ún. department-rendszerben működik. Ennek lényege, hogy a különböző szakokon a tárgyak tanításában nincs hierarchia, a tanárok – tipikusan egyetemi tanárok és docensek, illetve kutatók – önállóan felelnek tárgyaikért (melyek pedagógiai összehangolása az akkreditált tanterveknek megfelelően tantárgycsoportokban mint oktatási egységekben történik). Nincsenek hierarchiába szervezett tanszékek, az oktatási egységeket a tanárok, illetve a tantárgycsoportok alkotják, egy tanár több tantárgycsoportba is tartozhat. A

tantárgycsoportokat egy-egy tantárgycsoport-vezető, illetve a szakokat egy-egy szakfelelős fogja össze. Ezek laza rendszere a szakfelelősök tantervi felügyelete mellett a dékánhoz tartozik. A tanterv végrehajtásának folyamatát a tanulmányi dékánhelyettes felügyeli.

A Karon a kutatás a Jedlik Ányos Kutató-fejlesztő Laboratóriumban (röviden: Jedlik Laboratórium) történik. Ez a funkcionális megosztás különösen fontos a Kar kutatóegyetemi jellegét meghatározó Doktori Iskolában. A Karon folyó kutatási-fejlesztési munkát az ezt felügyelő dékánhelyettes fogja össze.

Az alkalmazói szféra, a vállalatok világával való kapcsolat egyre fontosabbá válik. Ezért erősíti ezt a munkát egy erre figyelő innovációs dékánhelyettes, feladata többek között a most kibontakozóban lévő spin-off cégeink megjelenése is. Jelenleg három ilyen cég működik a Kar védőszárnyai alatt.

A Kar stratégiai céljai megfogalmazásában is jelentős szerepe van a Vezetői kollégiumnak. A vezetői értekezletek általában havonta, de szükség esetén bármikor operatíván összehívhatóak. Céljuk, hogy a Kar és a vezetés folyamatosan és gyorsan tudjon reagálni a – szakterület jellegéből következően – a Kart erő kihívásokra és feladatokra. Felelős a Kari Tanács elé kerülő anyagok részletes kidolgozásáért és ellenőrzéséért, s döntés-előkészítő tevékenységével is támogatja a Kari Tanácsot.

A Jedlik Ányos Kutató-fejlesztő Laboratóriumban a multidiszciplináris munka előnyeit kívánjuk előtérbe helyezni néhány kibontakozó és a jövő számára meghatározó területen. Induláskor az infobionika és a szenzor-számítógépek, a távjelenlét és a nyelvtechnológiák területei voltak a főbb irányok. Újabban fontos területekké váltak a nano-biotechnológia, a VLSI integrált áramkörtervezés és más területek is.

az intézmény célja, hogy

- hidakat építsék az élvonalbeli kutatás, az egyetemi oktatás és a technológia transzfer területei között, beleértve versenyképes kutatási-fejlesztési projektek végzését,
- megteremtve a napi munkakapcsolatot kutató oktatók és hallgatók között,
- egy olyan szervezetben, ahol a tanulás és az innováció harmonikusan összekapcsolódik,
- néhány vezető kutató laboratórium és csúcstechnológias vállalat támogatásával, itthoniakkal és külföldiekkel egyaránt.

A központ néhány jellemzője:

- Élő szinergia az információtechnika és az élő tudományok között, különös tekintettel az idegtudományokra, genetikára, valamint a kibontakozó félben lévő molekuláris-mérnökség illetve molekuláris bionika egyes témáira.
- Egy széles modellhierarchia kezelése, beleértve a funkcionális, a makró, a mikró, és a nano modelleket, az analóg, a digitális és az analogikai modelleket, valamint a mesterséges és a humán nyelvtechnológia modelljeit.

A kibontakozó "érzékelők forradalma" keretében, a szenzor-számítógépek, a távjelenlét, az integrált távközlő és ad-hoc mobil hálózatok, a bio-kompatibilis interfészek, valamint az "okos" energiatakarékos eszközök és integrált nano-mikro rendszerek alapján új alkalmazások, termékek és szolgáltatások létrehozása.

3. SWOT ANALÍZIS

A SWOT a megcélzott K+F-feladatok környezetének leírására szolgál. Az S és W a belső környezetet (az érdemileg befolyásolható tényezőket) írja le, csoportosítva a kedvező és kedvezőtlen elemekre, az O és T pedig a külső adottságokat vizsgálja, amire nincs közvetlen ráhatásunk.

Erősségek

- A BME erős egyetemi alapképzést biztosít a területen.
- Egyes területeken a BME nemzetközileg is élvonalbeli, az európai tudományos műszaki-ipari közéletbe jól befogadott kutatásokat folytat.
- Az ipar visszajelzése többségében pozitív, a BME helyzete ezen a területen erős.
- A BME jelentős szakmai kapacitással rendelkezik a minden élethelyzetben (munka, család, stb.) alkalmazott, és gyorsan fejlődő/változó IKT területén. Független, cégekhez nem kötődő szakértői csapatok jelentős tudással és nemzetközi kapacitással, doktoranduszok és motivált hallgatók mint fejlesztési potenciál.
- A BME számos referenciaprojekttel rendelkezik
- 2009-es felmérések alapján a műszaki képzési területen a BME karai nyújtják a legszínvonalasabb képzéseket a hallgatói véleményezés szerint.
- A vállalatok értékelése szerint is egyértelműen a BME által kibocsátott diploma a leginkább keresett⁴.

Gyengeségek

- A tanszékek közötti kooperáció nagyon gyenge, viszonylag sok a párhuzamos és esetenként sekélyes kutatás.
- A BME-n jelenleg hiányzik a versenyhelyzet, a beszámoltatás és a motivációs rendszer kiforratlansága miatt a tényleges tudományos-műszaki értékrend nem általánosan elfogadott.
- Az egyetemi K+F tevékenység támogatása, a pénzügyi-gazdasági szabályozók, a kiszolgáló funkciók működése gyenge.
- IKT területen: a tanszékstruktúra nem tükrözi az IKT szakma logikáját, a tudásközponti szerveződés megítélése pedig ellentmondásos.
- Gyenge a BME érdekérvényesítő képessége, különösen ha azt a tényleges K+F potenciáljával és teljesítményével vetjük egybe.
- Nincs kellő publicitás az eredményeket illetően, nincs egységes kommunikációs stratégia.

⁴ Forrás: OFIK, BME IFH 2009

- Az egyetemen az egyes kutatócsoportok más-más módszerekkel dolgoznak a K+F területén.
- Az egyetemi szellemi tulajdon kezelési szabályzat nem ad támogatást hatékony tudástranszfer megvalósításra.
- A jelenlegi szabályozás megnehezíti a területen való fokozat szerzést a többi intézmény informatikai doktori iskoláihoz képest. Talán nem túlzás azt állítani, hogy a legnehezebb kritérium rendszer található az egyetemen. Minőségi szempontból előnyös ez a megközelítés, de mennyiségi eredményeket nehéz ilyen körülmények mellett felmutatni.
- Nem alakult ki az egyetemi szervezetek és a Nyugat-Európában hajtó erőt jelentő egyetemi spin-off-ok és a spin-off jellegű magánkezdemenyezések közötti szimbiózis szabályrendszere.

Lehetőségek

- Az ipar és a kormányzat területén komoly igény van IKT fejlesztésekre (K+F+I).
- A terület fontossága szempontjából kedvezőek a tendenciák egyetemi-, hazai-, európai- és nemzetközi szinten.
- Az oktatási és kutatási területek egymást támogató, hatékony együttműködését kell megvalósítani, amelyhez az egyetem több évtizedes K+F múltja jó alapot ad.
- Az innovációs folyamatot támogató, esetleg önfenntartó működéséhez fontos az előállított szellemi termékek megfelelő piaci indítása és támogatása, azaz a hatékony tudástranszfer megvalósulása az alaptevékenységre is visszaható pozitív hatásokat vált ki.
- Kutatási-, fejlesztési irányok feltárása, hosszú távú fejlesztési programok kidolgozása lehetőséget nyújt az originális kutatási eredmények interdiszciplináris jellegű megvalósítására és hasznosítására.
- K+F+I tevékenységek folyamatának és irányításának új alapokra helyezése lehetőséget teremthet arra, hogy az értékes kutatói energiák fokozottan a kreatív folyamatokra koncentrálódjanak.
- Tevékenységek széles körével lehet számolni: ötletek gyűjtése, szűrés, marketing, előmunkák, végleges kialakítás, - ha kell tőkebevonás- szabadalom, Spin off cég alapítása vagy egyéb gondoskodás az eredmények hasznosításáról.
- A Kutató egyetemi pályázat során feltárt interdiszciplináris együttműködési lehetőségek megvalósításával a kutatócsoportok konzorciumi jellegű kezelése lehetőséget biztosít nemcsak nagyobb projektek elvállalására, hanem a szinergikus együttműködés megvalósítására is.

- Humánerőforrás és infrastruktúra fejlesztés a kutatóegyetemi pályázat támogatásával. Ennek keretében és egyben ennek egyenes következményeként egyaránt várható az egyetemen belüli és az ipar-egyetem közötti kommunikáció javulása. Ez részben lehetővé teszi azt, hogy minden részletében hatékony és professzionális K+F projektek jöjjenek létre, részben pedig az egyes szakterületek számára új kutatási kihívásokat generálhat.
- Egységes belső egyetemi kommunikáció kialakítása.
- Jól működő minőségbiztosítási rendszer kialakítása, és rá épülő egységes külső (ipari, kormányzati, stb.) kommunikációs stratégia megvalósítása.
- Technológia- és tudástranszfer folyamatok egyetemi szintű szabályozó rendszerének ösztönző jellegű kialakítása, és a folyamatot támogató eszközök és feltételek biztosítása.
- Szellemi tulajdon- és kompetencia tár létrehozása (tudás- és kompetencia-térkép).

Veszélyek

- Az egyetemi eredmények nem egyetemi szintű hasznosítása. Ez azonban csak mérsékelt veszély, hiszen az IKT igen gyors fejlődése a kellő időben nem hasznosított eredményeket egyébként is elértékteleníti.
- A tudományos értékrend és minősítési rendszer túlzottan „akadémikus” jellegű, ennek megfelelően a műszaki forrásból eredő kérdésfeltevések megválaszolását a rendszer kevésbé preferálja.
- A központi, szolgáltató jellegű adminisztráció hiánya illetve nem megfelelő szervezettsége jelentős adminisztrációs terhet jelent. A vezető kutatók adminisztratív terhelése sokszorosa nyugat-európai versenytársaikénak.
- Az ipar elcsábítja a képzett embereinket, amely pozitív irányba terelhető, ha megfelelő és szabályozott módon kezeljük. Az iparral való szorosabb együttműködés akár csökkentheti is az iparba való túlzott átáramlást, hiszen ha egyetemi oktatóként is van lehetőség ipari megbízásokból eredő többletjövedelemhez jutni, akkor az egyéb motivációs tényezők (pl. oktatási munka szeretete) már elengedőek lehetnek ahhoz, hogy főállását tekintve többen az egyetemen maradjanak. Jól szabályozott keretek között, minkét fél (egyetem-ipar) számára előnyös és hosszú távú megoldásra van szükség.
- A szervezeti célok elérését sem a munkacsoportok, sem az egyének szintjén nem támogatja motivációs rendszer. Az egyetem, mint gigaszervezet nehezen mozdul, egy-egy munka megszerzése sokszor csak lokális érdekek látszik. Ezen kívül vezető kutatókat, fejlesztőket

az egyetemi rendszerben nehéz valósan motiválni az egyetemi célok érdekében. Az egyetemi vezetésnek nagyobb hangsúlyt kell fordítania a tehetséges kutatók motiválására.

- A jelenlegi egyetemi értékrend csak az ún. professzori karrierre inspirál, és nem ismeri el a kutató és alkotó mérnöki, innovátori eredményeket.
- Az egyetem merev horizontális, elsősorban az oktatásra kialakított szervezeti és irányítási rendszere akadályozza a széles körű kutatás-fejlesztési együttműködést a tanszéki kutatócsoportok között.
- Az egyetem erőforrásainak bekapcsolását nagyobb volumenű társadalmi, gazdasági feladatok megoldásába nagy mértékben akadályozza egyetemi technológiatranszfer intézmény hiánya, illetve a tanszék, mint egység szerepének konzervatív felfogása.
- Nemzetközi szintű kutatási eredmények létrejöttét nehezíti a kutatási témák elaprózottsága, a kutatási témák és a résztvevő kutatók kedvezőtlen aránya.

4. JÖVŐKÉP, VÍZIÓ

Életünk nagy részét támogatják és felügyelik az IKT rendszerek, amelyekben meghatározó a szoftverek aránya. A szoftverek rossz tervezése vagy hibája akár végzetes következményekkel is járhat, ezért olyan szoftver- és rendszerfejlesztési módszerek és eszközök kidolgozása szükséges, amelyek nagyban támogatják a jelenleginél hatékonyabb tervezést és fejlesztést, valamint biztosítják a magasabb minőségű szoftvertermékek előállítását. Az infokommunikációs rendszerek biztonsága összefügg az általuk összekapcsolt, illetve vezérelt, létfontosságú kritikus infrastruktúrák biztonságával is, ezért a két terület kutatás-fejlesztését összekapcsoltan kell végezni. Az ilyen irányú fejlesztések és kutatások teszik lehetővé az IKT technológiák egyre növekvő mértékű alkalmazását biztonságkritikus rendszerekben biztonságkritikus feladatokra, pl. veszélyes üzemek, vasúti járműfedélzeti vezérlő és közlekedésirányító rendszerek komponensei.

A nyílt forráskódú és nyílt szabványokon alapuló szoftverek a jövőben várhatóan kulcsszerepet fognak játszani az európai, és így a magyar IKT infrastruktúrában is. Hazánkban kiemelten fontos a nyílt forrású technológiák elterjedése, hiszen az alkalmazók finanszírozása sokkal alacsonyabb, mint a fejlettebb európai országokban, ugyanakkor a nyílt forrású technológiák továbbfejlesztésére kellő szellemi kapacitás áll rendelkezésre.

Az IKT szektor további sajátossága, hogy az egymástól elkülönítetten, szigetszerűen működő alkalmazások helyét egyre inkább átveszik az önálló, de egymással összekapcsolt IT rendszerek. Ez különösen az e-közigazgatás és az egészségügy területén tapasztalható, de egyre jellemzőbben a vállalati rendszerek esetében is. Az interoperabilitásra való igény formalizálási keretek kialakítását és az interoperabilitást koordináló tevékenység módszertanának kifejlesztését teszi szükségessé.

A sziget alkalmazásoktól való elmozdulás a XXI. században az integrált, kooperatív, ambiens rendszerek irányába jól megfigyelhető trend. Az elmozdulásokra vonatkozó alábbi felismerések kulcsfontosságúak a jelen stratégiai terv szempontjából:

Rendszerjellemző	Korábbi időszak	Jövő
A rendszerkomponensek jellege	Centralizált, illetve kismértékben párhuzamos	Elosztott, masszívan párhuzamos
A rendszerelemek kapcsolódásának jellege	Szorosan csatolt komponensek	Szolgáltatás-orientált, lazán csatolt rendszerek.
IKT erőforrás kezelés jellege	Lokális	Szolgáltatásként megjelenő szoftverek (Software as a Service (SaaS), virtualizáció, Cloud Computing)
Érzékelők	Mérés	Intelligens szenzorok (kommunikációs képességekkel és adatfeldolgozó ellátva)
Infrastruktúra	Inkompatibilis lazán-csatolt	Jövő internete (<i>From an incompatible loosely coupled infrastructure to the "Future Internet"</i>)

	Elszigetelt eszközök	Ambiens rendszerek (Cyber physical systems (From one device to interconnected intelligent Embedded Systems and artefacts)
Felhasználó	Számítógép-fókuszú	Számítógép által kiszolgált (From a computer-focused to a computer-served perspective)
Rendszerek	Dedikált számítási szemlélet	Számítás-mint-szolgáltatás (Cloud). <i>From dedicated computing facilities to Computing-as-a-service (Cloud)</i>
Alkalmazások	Sziget alkalmazások	Megoldás centrikus (From stand-alone to end-to-end)
Építő komponensek	<ul style="list-style-type: none"> • Egyszerű és biztonságos • technológia orientált • Ad-hoc tervezés 	<ul style="list-style-type: none"> • Az egyszerű a biztonságostól a komplex és kritikussig. • A rendszer egy dobozban stílustól a rendszer egy chipben megközelítésig. • Az Ad-hoc tervezésről a model-alapú tervezésre

A BME az IKT területen is a terület trendjeit valamint a kutatási kompetenciákat és kapacitásokat figyelembe véve kívánja építeni a jövőt. Ez a vízió az elvégzendő feladatok vonatkozásában a következő elemekre épít:

- Tudományos kutatás eredmények hasznosítási kultúrájának kialakítása.
- Minőség-, teljesítmény- és hasznosítás-vezérelt kutatás erősítése és fejlesztése.
- Publikációk minőségi és mennyiségi javítása
- Megbecsült, a tudásalapú gazdaság és társadalom igényeinek megfelelő kreatív, innovatív munkaerő folyamatos biztosítása.
- A kutatási és innovációs infrastruktúra fejlesztése
- Egyetemi szintű minőségbiztosítási rendszer kialakítása, megfelelő minőségi monitorozással
- Egyetemi szintű projektek támogatása, a kutatócsoportok közötti kooperáció erősítése
- A korábbi évek során született eredmények újrahasznosítása egyetemi szinten
- A BME belső és külső kommunikáció rendszerének fejlesztése, erősítése.

5. A STRATÉGIAALKOTÁS ALAPELVEI, CÉLKITŰZÉSEI

Az európai IKT stratégiával összhangban [3] a BME IKT stratégiájának az a célja, hogy a BME, mint a terület élenjáró kutatóegyeteme átfogó és megalapozott víziót alakítson ki, irányokat jelöljön ki, meghatározza az irányokhoz tartozó feladatokat, amelyek rendező elveket szolgáltatnak az elkövetkező időszak K+F+I tevékenységeinek tervezéséhez, irányításához, értékeléséhez és ellenőrzéséhez. A jelen stratégia - a terület természetéből fakadóan, hazai és európai polgárok, vállalatok, kutatási intézmények és a kormányzat igényeinek, valamint az egyetemi kompetenciák és rendelkezésre álló szakértelem figyelembevételével - definiálja azokat az irányokat, amelyekre a BME koncentrálni kíván rövid és hosszú távon.

„Merre kíván haladni a BME az IKT területén? Melyek a terület kiemelt irányai?”

A BME címpályázati vállalásai között szerepelt az információs társadalom direktívája, ami alapvetően a digitális írásbeliségre, az e-attitűdre, az e-kultúrára, az e-ügyintézésre, ambiens környezetekre, az IKT szektorhoz kötődő ügyletek jogszabályozására fókuszál. Ez a megközelítés feltételezi, hogy az IKT rendszerek és szolgáltatások minden ipari ágazatban megjelennek, éppen a globális piac számára a fenntartható fejlődés érdekében.

Alapvető nemzeti érdek, hogy a kutatási műhelyekben született eredmények minél szélesebb körben kerüljenek hasznosításra az ipar által, itthon és külföldön. Ez a kölcsönös elv erősíti az ipart, így ipari forrásokat tud visszaforgatni a kutatásba. Az ipar és a BME kapcsolata abban a tekintetben is meghatározó, hogy az alkalmazott kutatási feladatokat az ipar fogalmazza meg az egyetemi kutatók és fejlesztők számára, míg az egyetem felelőssége segíteni az ipart a tematikai kihívások felismerésében. Az IKT-t illetően a tematikai sokféleségben való tájékozódásban, a társadalmi szintű igények megfogalmazásában nemcsak önálló ipari partnerekkel érdemes együtt dolgozni, hanem olyan intézménnyel is, mint az Informatikai Vállalkozások Szövetsége, amellyel a stratégia megvalósítása során, konzultációk formájában még szorosabb kapcsolat kiépítését tervezzük. Az **IVSZ** (Informatikai Vállalkozások Szövetsége), mint az ipar autentikus szakmai képviselője, ezenkívül az állami szinten kitzűzött feladatokkal történő szinkronizációt tartjuk szem előtt. Az ipar és a BME egymást erősítő kapcsolatának fejlesztését kell szem előtt tartani a stratégia alkotásánál. Egyetemi szinten a meglévő elismert kutatási műhelyek erősítése és új kutatási iskolák teremtése mentén meg kell találnunk azokat a kitzűzési pontokat, ahol nemzetközi viszonylatban is színvonalas eredményeket produkálunk. ***Az állam a közösségért és a közjóért felel; nem fejleszti a gazdaságot, hanem szövetséget köt a gazdasággal, hogy az a nagyobb hozamot ígérő körülményekért cserébe vállaljon részt a közösség erősítésében. Tiszta üzlet ez: versenyképességért erős közösség – erős közösségért versenyképesség. [Új Széchenyi terv].***

Összhangban a címpályázat vállalásaival a BME IKT stratégiáját a következő szakma-specifikus célkitűzések figyelembe vételével alakítottuk ki:

- A BME oktatási-kutatási-innovációs teljesítményének mennyiségi és minőségi javítása.
- A kutatási irányok és szervezeti keretek hatékonyabbá tétele a hazai/európai/ nemzetközi trendekkel összhangban.
- K+F+I projektek megvalósítási minőségének és bevételei összegének növelése.

- Szoros egyetemi szintű kooperáció kialakítása a karok, tanszékek, egyetemi kutató csoportok és tudományos iskolák között a kiemelt kutatási területeken.
- Az együttműködésben való részvétel lehetőségének biztosítása minden kar és kutatócsoport részére.
- Annak biztosítása, hogy a stratégia alap- és alkalmazott kutatási irányokat foglaljon magába. Ezen irányok mentén a lehetséges projektek megfogalmazása és kijelölése azonban nem része a stratégiai tervnek.
- A BME erős és nemzetközileg elismert kutatási iskoláinak és műhelyeinek szakmai erősítése, új iskolák indítása, kiválósági központok működtetése;
- A stratégiai célok kijelölése meglévő BME kompetenciákat, valamint a hazai adottságokat és a Nemzeti Technológiai Platformok munkájában szerzett tapasztalatokat, európai és nemzetközi trendek felvetette igényeket vegyen figyelembe.
- Egyetemi szintű együttműködési megállapodások támogatása, megaprojektek vállalásának elősegítése. Tiszta profilok kialakítása az egyetemi kutató egységek tekintetében. A karok szakmai fejlődéséhez szükséges informatikai igények kiszolgálása, bekapcsolódás a fejlesztésekbe, infokommunikációs támogatás.

A bevezetőben a TÁMOP pályázatra vonatkozó utalással, az elvégzendő feladatok jellegével kapcsolatban tett felosztás (elméleti eredmények, emberi erőforrás, infrastruktúra, alkalmazás) az EU stratégiai anyagaiban is fellelhető a következő elnevezésekkel.

- Tudomány és technológia (Science and Technology): Ez a tevékenység és eredménye alapozza meg a fejlődést.
- Készségek és tudás (Skills and Knowledge): azt kívánja hangsúlyozni, hogy a siker alapfeltétele a megfelelő tudással rendelkező kutatók munkája.
- Infrastruktúra (Infrastructure): a kutatás és innováció szükséges feltételeinek biztosítása egyetemi, hazai és nemzetközi szinteken. A stratégiának irányt kell szabnia az infrastruktúra kialakításához.
- Alkalmazások, szolgáltatások és rendszerek (Applications, Services and Systems): a született eredmények prezentálása, hasznosítása, szélesebb rendszerbe integrálása. Az IKT területén az eredmények alkalmazások, szolgáltatások és rendszerek formájában jelennek meg. A megjelenés szükséges feltétele, hogy legyen egyetemi szintű koncepció arra, hogy hogyan piacosítsuk a megszületett eredményeket, segítve ezt alkalmas szellemi tulajdonkezelési szabályzatokkal és megfelelő egyetem-ipar kapcsolatok aktivizálásával. Az eredmények közé tartozik és kulcsfontosságú tényező a hasznosítási kultúra terjesztése az egyetemi kutatók körében, valamint a hasznosítást lehetővé tevő alkalmazási szabályok és módszertanok tiszta és világos létrehozása, valamint az alkalmazói igények formalizálási lehetőségeinek kidolgozása is.

Az Internet fejlődése mind a sebesség, mind a képesség vonatkozásában egyre inkább lehetővé teszi a szolgáltató ipar egyre sürgetőbb igénnyel fellépő újratervezését. A jövő internet szolgáltatásai és

alkalmazásai biztosítani fogják mind az ambiens rendszerek, mind az üzleti szolgáltatások gyors elterjedését.

Az informatikai ipar fejlesztése során a hangsúlyt a kiszolgált iparág sajátosságaihoz szorosan kapcsolódó alkalmazásfejlesztésre kell tenni. A legnagyobb hozzáadott-érték képző hatás az interdiszciplináris tudás –a kiszolgált iparági, és az informatikai iparági együttes tudáshalmaz-fejlesztésekor jelentkezik. Az ilyen megközelítéssel történő fejlesztés-ösztönzéssel minden forint valóságosan két iparág innovációját támogatja.

6. AZ IKT KIEMELT SZAKMAI TERÜLET FEJLESZTÉSI STRATÉGIÁJA

Az IKT stratégiát két fő részre bontottuk:

- Alap technológiák (Core technologies), és
- Alkalmazás-orientált kutatási irányok, amelyek az egyetem egészére hatással lehetnek. Ezen irányok kidolgozása alapvető támogatója a K+F+I folyamatoknak



6.1. ALAP IKT TECHNOLOGIÁK

Ebben a részben azok a részterületek kerülnek kiemelésre, amelyek minden IKT alkalmazott kutatási részben szerepet kaphatnak :

- Szoftver és Hardver megoldások
- Intelligens – tartalom és algoritmika
- Kommunikáció: vezetékes és vezeték nélküli
- Biztonság, megbízhatóság, minőség: adat, szolgáltatás és rendszer szinten
- Ember-gép interakció
- Jogi szabályozás.

6.1.1. SZOFTVER ÉS HARDVER MEGOLDÁSOK

Az egyetemi szoftvertechnológiai és rendszerépítési kutatási irányokat célszerű az EU trendekhez igazítani, ugyanakkor bizonyos területeken – a sajátos hazai viszonyokra, már elért eredményekre, rendelkezésre álló kompetenciákra figyelemmel – helyi prioritásokat kell meghatározni. A prioritások meghatározásában az alábbi szoftvertechnológiai irányok és hardvertechnológiai eredmények figyelembevétele meghatározó lehet.

A modell-alapú szoftverfejlesztés egyre gyakrabban használt módszer a különböző szoftvertermékek előállítására. A modellezés a fejlesztendő rendszer pontos definiálása a megfelelő absztrakciós szinten. A modell-alapú fejlesztés során, a modellek - a rendszer specifikálása mellett - fontos szerepet játszanak magának a végleges rendszernek az előállításában is. Modellek használatával a fejlesztés hatékonysága, valamint a végleges rendszer minősége és megbízhatósága nagymértékben növekszik. Ezért a modelleket a szoftverfejlesztés minél több fázisában célszerű alkalmazni. A modellezés és a modell-alapú fejlesztés több különböző szakterületet fog össze, úgymint általános modell-alapú szoftvertervezés (UML), tervezési és refaktorizációs minták alkalmazása, szakterület specifikus modellezés (DSM – Domain Specific Modeling), generatív programozás, illetve modell feldolgozás.

A SOA architektúra felépítésének egyik kulcsa a nyílt és elterjedt szabványok alkalmazása. Mára a legfontosabb web-szolgáltatás szabványok és folyamatleíró nyelvek elég éretté váltak a valós felhasználáshoz. Ezek nagy részéhez a technológia-szállítók – néhány hiányosságtól és inkompatibilitási problémától eltekintve – biztosítják az implementációt is. A vonatkozó szabványokat több kiemelkedő szervezet alakítja nemzetközi összefogással: W3C (World Wide Web Consortium), OASIS (Organization for the Advancement of Structured Information Standards), OMG (Object Management Group) és a WfMC (Workflow Management Coalition). A jelenlegi megoldások egyelőre nem alkalmasak arra, hogy nagy, összetett, több gyártó termékét integráló rendszereket hozzunk létre.

Komplex, több szereplős, heterogén SOA környezet megteremtésének további alapeleme a megfelelő gyártófüggetlen modellezési támogatás, amely által a tervezés, a tesztelés, a működtetés és a felügyelet leegyszerűsödik. Jelenleg nem állnak rendelkezésre azok a metamodellek, amelyek ezt a feladatot el tudnák látni.

Az architektúra dinamikus működésével kapcsolatban a humán és automatizált folyamatok kezelése, illetve a komplex döntési folyamatok kiemelése kapcsán több kutatási és fejlesztési feladat megoldása szükséges.

A gyakorlati tapasztalatok azt mutatják, hogy a SOA rendszerekben a folyamatok nagy részét ugyan automatizált, szabványos nyelven leírt és végrehajtott folyamatvezérlőkre lehet és kell bízni, azonban számos olyan eleme lehet egy folyamatnak (pl. egy üzleti folyamatnál az emberi közreműködést igénylő folyamatszakaszok), amelyeket nem lehet vagy nem érdemes ezen "klasszikus" folyamatmodellben kezelni. Mivel a humán munkafolyamatok tervezése, definiálása, modellezése és futtatása alapvetően különbözik az automata folyamatoktól, ezért egy SOA architektúrában erre külön módszereket, eszközöket, eljárásokat kell kidolgozni.

Az IKT technológiák folyamatos fejlődése csak a követelményeknek megfelelő korszerű eszközökkel lehetséges. A korábbi években megszokott trendek folyamatossága megtorpant, a hagyományos tervezési elvek alkalmazásával a meglévő fizikai korlátok miatt nem lehet továbblépni. Az alkalmazási kritériumok között az általános szempontok mellett előtérbe kerül az energiafogyasztás, az energiahatékonyság kérdése, nemcsak a mobil és hordozható eszközöknél, de az asztali, sőt a nagyteljesítményű rendszerek esetében is. Ezeknek a feltételeknek új architekturális megoldásokkal lehet megfelelni, amelyek a lehetséges megoldások között magukban foglalják a több-, akár sokprocesszoros homogén vagy heterogén rendszereket, a hardver szinten programozható alkalmazásorientált nagyteljesítményű számítási struktúrákat és a feladatok igénye szerinti, esetleg dinamikus átkonfigurálást is alkalmazó számítási platformokat.

A beágyazott és mobil környezet komplex méret, teljesítmény és fogyasztás igényeit a nanotechnológiák (3D IC, SiP System in Package, TSV szilíciumon keresztüli huzalozás) is támogatják, a rendszerfejlesztés területén azonban további lehetőségek is elérhetők. Az áramkörön belüli rendszerkialakítás, az SoC (System on a Chip) illetve az NoC (Network on Chip) megoldások optimális adatfeldolgozó és belső kommunikációs hálózatokkal jelentősen javítják a berendezések hatékonyságát. A fenti területhez az FPGA eszközök flexibilis tulajdonságait és a követelményekhez adaptálható szolgáltatásait a hagyományos komponensek használatával ötvözve egy olyan platform kialakítása lehetséges, mely biztosítja a különböző alkalmazási területek egységes, hatékony támogatását.

A nagyteljesítményű rendszerek tervezésekor a rendszerarchitektúra kialakítása nagymértékben függ a megvalósítandó feladatoktól, a tervezett felhasználói körülményektől és elvárásoktól, az eszköz és közvetlen környezete kapcsolatától. Az egyes tudományos-kutatási problémák megoldásához szükséges adatfeldolgozási feladatok követelményei igen széles skálán mozognak és egy adott felhasználói követelmény gyakran különböző szempontok optimalizálásával érhető el. Mivel a problémák nagy része döntően számításigényes feladatokat jelent, a matematikai műveletvégzés optimalizálása csak a technológiai lehetőségek figyelembevételével mellett jelentheti az aktuálisan elérhető legjobb megoldást. Sok esetben kifejleszthető bizonyíthatóan optimális algoritmus (pl. a Winograd FFT a szorzások minimális számát tekintve), de ezek gyakorlati-technikai jelentősége az újabb eszközök (pl. DSP processzorok, FPGA jelfeldolgozó blokkok, stb.) elérhetőségével jelentősen csökken, hiszen az algoritmus összetettsége, a műveleti költségek arányainak lényeges megváltozása miatt a teljes végrehajtás szempontjából rosszabb eredményt ad, mint más megoldások. Ezért az

élenjáró megoldásoknak ötvözniük kell az elérhető elméleti eredmények és a rendelkezésre álló technológiai lehetőségek legjobb elemeit.

A legkedvezőbb hardver architektúra kialakításakor a feladatok számítás, memória és adatmozgatás igényeit együttesen kell figyelembe venni. Ezek alapján a szükséges rendszerfelépítést, a processzormagok típusát, számát, a speciális hardverben megvalósítandó gyorsító egységek felépítését, adatábrázolási formátumát, az egységek közötti kommunikációs lehetőségek méretezését, a memória struktúra összetettségét részletes elemzés, modellezés után lehet kialakítani. A hatékony feladatmegoldás, a konkurens, párhuzamos és elosztott működés csak megfelelő kommunikációs csatornák használatával érhető el. Teljesen más szempontok érvényesek az egyetlen áramkörön belül kialakított megoldásokra (SoC, NoC), és a nagyteljesítményű szerver- és adatközpontokra, illetve cloud jellegű megoldásokra.

A tudományos kutatásokban hagyományosan a fizikai és anyagtudományi területhez kapcsolódó modellezések és szimulációk jelentették a legnagyobb számításigényű feladatokat. Napjainkban, sok esetben a biokémiai, bioinformatikai kutatások a legnagyobb felhasználói a nagyteljesítményű számításokat biztosító grid hálózatoknak, cloud szolgáltatásoknak vagy szuperszámítógép központoknak. Az újonnan felmerülő elemzési problémák azonban gyakran speciális, dedikált eszközökkel sokkal hatékonyabban oldhatók meg, mint általános célú nagygépes rendszerekkel. A hagyományosan megjelenítési célokra fejlesztett, extrém párhuzamosságot és feldolgozó képességet biztosító GPU-k vagy a feladatok elvégzését dedikált, problémaorientált hardver műveletvégzőkkel realizáló FPGA-k sok esetben több nagyságrenddel gyorsabb végrehajtást tesznek lehetővé. Az ilyen FPGA hardver megoldások előnye a hagyományos Neumann típusú számítógépekkel szemben az, hogy nincs utasítás elővétel, dekódolás, továbbá a feldolgozóegység(ek) és a memória(ák) közötti adatelérés jobban párhuzamosítható. Egyedi adatformátum és műveletvégzés alakítható ki, ez pl. a bioinformatikai területen fontos génszekvencia illesztési feladatoknál, vagy gyógyszerkutatási feladatokban molekula adatbázisokban történő kereséseknél jelentős előnyt eredményez.

A számítási teljesítmény tényleges kiaknázása csak gyors, nagy sávszélességű és kis késleltetésű adatátviteli csatornák, memória struktúrák és tároló rendszerek kialakításával lehetséges. A rendszerek topológiai kialakítása egyre inkább támaszkodik a soros, csomagkapcsolt technológiára (PCIe, SATA, InfiniBand, HyperTransport, QuickPath), ami biztosítja a több Gb/s átviteli sebességet. Megfigyelhető a memóriatechnológia elmozdulása is a fenti irányba (SPMT), jelentősen javítva a jelenlegi hagyományosnak mondható DDRx megoldások sávszélességét és energiaigény/bit mutatóját. Ez utóbbi nemcsak a nagyteljesítményű rendszerekben, de a mobil alkalmazásokban is jelentős előrelépést ígér. Ezek az új technológiai megoldások új tervezési szempontokat is jelentenek a rendszertervezésben és a problémák technológiai megoldásának kialakításában.

Mindezek alapján célunk – a nemzetközi kutatási területek mellett és azokon túl – a következő területek jövőbeni részletes kutatása/fejlesztése:

- Metamodellezés/modellezés és modelfeldolgozás. Szakterület-specifikus modellezés (Domain Specific Modeling). Generatív Programozás. Refaktorizációs módszerek. Multiplatformra történő hatékony alkalmazásfejlesztés
- Szolgáltatás orientált architektúra (SOA). Rendszertervezési eszközök és módszerek. Referencia tervek és architektúrák. Service engineering.

- Párhuzamos programozás és skálázható architektúrák nagy számítási igényű feladatokban. Elosztott nagy számítási illetve tárolási kapacitású rendszerek. Számítástechnikai erőforrás (grid, cloud) és szoftver (SaaS) szolgáltatások.
- Alkalmazás-orientált rendszerarchitektúrák, teljes rendszer egy áramkörben (SoC=System on Chip). A kisebb sorozatok esetében kompromisszumos megoldás a programozható, általános célú hardver (pl. FPGA) és a specializált elemek (a szoft módon programozható utasításkészletű processzorok, beágyazott kontrollerek, DSP-k) használata, valamint dedikált cél IC-k tervezése és kissorozatú gyártása.
- Intelligens szenzorok.

6.1.2. INTELLIGENS TARTALOM ÉS ALGORITMIKA

A XXI. században az IKT technológiák és az internet használat robbanásszerű fejlődése az adatgyűjtő eszközök gyors elterjedését eredményezte. Ezek az eszközök, mint az okos-telefonok, az intelligens szenzorok, vagy akár a személyi számítógépek sok adatot gyűjtenek különböző formában. Az adatgyűjtést követően a fő kihívás az adatok szisztematikus kezelése. A megszületett adatok részben strukturált részben nem strukturált formában állnak rendelkezésre, ráadásul sok esetben óriási adatállománnyal van dolgunk. Például egy weblog vagy egy mobil hálózat nyomkövetési adatállománya akár több terabájt is lehet. Egy ekkora adatblokknak az elemzése hagyományos eszközökkel igen nehézfeladatot jelent.

A fejlett számítási és tárolási kapacitások kihasználásának egyik kulcsa a hatékony adatkezelő illetve tudásfeltáró eljárások. Az adatokban rejlő összefüggések, mintázatok, előrejelző modellek felállításához a napjainkban előálló adattömeg esetén a hagyományos statisztikai eljárások már nem alkalmasak, ezért új, a gépi tanulás, az operációkutatás eredményeit összefogó megoldások jelentek meg az adatbányászat területéhez csatlakozva. A prediktív modellezés megjelenésével lehetőség nyílt a nagy ügyféladatbázisok, ügyfélaktivitásokat tartalmazó log- és hívásadathalmazok, a nagyméretű biológiai és kémiai adatbázisok hatékony elemzésére, mely módszerek segítségével a tudományosan alátámasztott módszerekhez jutottak a nagy méretű adathalmazokból üzleti illetve tudományos következtetéseket levonni vágyó szakemberek. Az iparág-specifikus feladatokra adott egyedi elemzési megoldások, a kapcsolati hálók felderítésében segédkező algoritmusok olyan tudományos és üzleti lehetőséget jelentenek a hazai akadémiai szféra számára, melyekre nemzetközi hírű innovatív megoldások épülnek és épülhetnek a jövőben is.

Külön elemzést igényel az "intelligens" jelző. Az emberi intelligens viselkedés számítási modellekkel való kifejezése és a belőle fakadó paradigmák, formális és heurisztikus módszertanok, algoritmusok és rendszerarchitektúrák, az informatikai technológiáknak ma már nem csupán egy hihetetlenül érdekes alkalmazását jelentik.

Ugyanis a tudás különböző formáit kezelni, az adatokban megtestesülő tudást kinyerni és felhasználni képes, a tanulás útján ismereteket szerző, és ezáltal a környezet változásaihoz nagyfokban alkalmazkodó, intelligenciával (szaktudással) rendelkező informatikai rendszerek:

- fokozottan támogathatják a rutin és/vagy veszélyes munkák elvégzését,

- megnövelve a hozzáférhető „specialisták” körét, emelt szintű szolgáltatásokat nyújthatnak egyre szélesebb körű felhasználói körnek,
- újszerű szolgáltatásokhoz vezethetnek.

Fontos tény, hogy a gépi intelligencia lényegi, és egyelőre vetélytársat nem ismerő technológiát jelent ahhoz, hogy:

- az informatikában nem jártas felhasználói célcsoportok számára is az informatikai szolgáltatásokhoz jobb és hatékony hozzáférést biztosítsunk, és ezáltal integráljuk azokat az informatikai társadalom egészébe,
- a "tanulás-révén-adaptív-és-ezáltal-robosztus" mechanizmus kiterjeszti az informatikai termékek szakmai élettartamát és hasznosságát, különösképpen az eredeti specifikációtól eltérő, változó körülmények között,
- globális méretű rendszereknél, gondoljunk itt pl. a Világhálóra, földrajzilag elosztott szenzor rendszerekre, stb. az intelligens modellek alapján kommunikáló és együttműködő rendszerkomponensek magas szintű rendszerintegráló, hibatűrő és védelmi mechanizmusokat valósítanak meg.

A mai informatikára jellemző, hogy a gépi intelligencia egyre inkább betervezendő szolgáltatásként jelenik meg, és része lett az informatika fokozatos beágyazásának, „eltűnésének”. Jóformán nincsenek már a korábbi évtizedekre jellemző "stand-alone" szakértői alkalmazások. Ehelyett kissé általánosítva azt mondhatjuk, hogy minden informatikai termék valamilyen formában és mértékben egyben intelligens is.

Ezen a területen az alábbi kutatási témacsoportokat definiáljuk:

- Adatkezelő technológiák: Előfeldolgozás – hatékony adatlekepezési struktúrák kialakítása, a nagy adattömegek előszűrése.
- A mesterséges intelligencia módszertanához tartozó algoritmusok (tanulás, következtetés, bizonytalan tudás kezelés, stb.) kidolgozása, fejlesztése.
- Adatbányászati algoritmusok. Adatbányászat, adattárházak és a hozzájuk kapcsolódó matematikai statisztikai algoritmusok fejlesztése. Strukturált és nem strukturált adatok kezelése. Multidimenziós adatábrázolás.
- Multimédia adatkezelés. Beszédbányászat beszédfelismerésre és nyelvtechnológiára alapozva
- Komplex algoritmusok kidolgozása és speciális nagysebességű implementációja. A hardver architektúra lehetőségeinek és az algoritmusoknak az összehangolása. Párhuzamos és elosztott módszerek kutatása.

6.1.3. KOMMUNIKÁCIÓ: VEZETÉKES ÉS VEZETÉKNÉLKÜLI

A kommunikáció területén meghatározó nemzetközi trendek a Jövő Internet (Future Internet) kutatási programokkal kapcsolhatóak össze. A Jövő Internet kutatások, szakítva a fokozatos fejlődési követelményt szem előtt tartó korlátozásokkal és ezzel teljesen szabad utat adva a fundamentumokban újszerű kialakításoknak, egy 10-20 év múlva vizionálható hálózat építőelemeit kutatják az alapvető működési elvek, mechanizmusok valamint architektúrája téren. A forradalmian új megoldási javaslatok ugyanakkor kényszerűen egy evolúciós és migrációs fejlődési útvonalra terelődnek, biztosítva a folyamatosságot. A technológia forradalom illesztésénél figyelembe kell vennie ennek társadalmi és gazdasági hatásait is. A téma terület globális jellege miatt a Jövő Internet kutatási trendekhez igazodva pozícionálhatjuk magunkat beágyazottságunkkal, sajátosságainkkal és európai élenjáró szerepre törvő stratégiánkkal.

Napjainkra a mobil internet megállíthatatlan terjedése a jellemző és nagyon közeli az a jövő, amikor a körülölelő eszközeink mind-mind egy intelligens hálózat részei lesznek (internet of things). A méretbeli bővülés mellett az Internethez való szélessávú hozzáférés alanyi joggá válása; az egyre gazdagabb média és közösségi tartalomhoz való hozzáférés megbízható, gyors, biztonságos és mindenütt rendelkezésre álló hozzáférésének kielégítése a jövő kihívása.

A vezetékes és vezeték nélküli rendszerek technológiai és üzemeltetési szempontból is összefonódnak (pl. radio over fiber - RoF), mert közös megoldást kell adniuk a hálózati és szolgáltatási komplexitás bővülésének kezelésére, a skálázhatóságra, mobilitásra, biztonságra, megbízhatóságra, a hatékony és idő-kritikus információtovábbításra és a nagy sáv szélességű alkalmazások kiszolgálására.

A vezetékes hálózatok területén az új átviteli technológiák kutatása (pl. tisztán optikai kapcsolók) és a komplexitás menedzselése két meghatározó tényező. Az aktuális hálózati kutatások jelentős része tényként kezeli, hogy a jövő Internetét a résztvevő kommunikációs csomópontok (billiószám nagyságrendben mért) igen nagy száma, illetve az azok között létrejövő komplex és heterogén kapcsolathalmaz jellemzi majd. Mindemellett a hálózattól jövőben elvárt funkcionális követelmények is igen széleskörűek lesznek, a hálózatmenedzsment emberi erővel többnyire már nem megoldható, minél magasabb szintű automatizmus megvalósítására lesz szükség. Egy ilyen nagyléptékű, bonyolult rendszer megtervezése olyan összetett feladat, melyhez ma még nem állnak rendelkezésre megfelelő módszerek.

A mobil kommunikáció területén, középtávon számos alternatív vezeték nélküli hozzáférési technológiával kell számolni. Ugyanakkor egy mobil, illetve rádiós hálózat vele párhuzamosan működő, más technológiájú mobil hálózat számára potenciális zavaró forrás lehet. A kölcsönös zavarás a rádiós átviteli képességek csökkenését eredményezi. Különösen mobil, cellás környezetben lehet hátrányos a felhasználói berendezések egymásra hatása. A korszerű vezeték nélküli infokommunikációs rendszerekben további szűk keresztmetszetet képez a rendelkezésre álló véges frekvenciasáv. A teljesítménnyel való hatékony gazdálkodás, valamint a nagy és rugalmasan változtatható sáv szélességű, robusztus és spektrálisan hatékony átvitel új igényeket támaszt a rendszer felépítésével és az alkalmazott jelfeldolgozási eljárásokkal szemben. A sáv szélesség optimális és gazdaságos kihasználását támogatják a konfigurálható rádiós rendszer elemek alkalmazása (Software Radio), ill. a vezetékes és vezeték nélküli rendszerek kombinálása (Radio over Fiber).

Jelenleg a mobil és vezetékes világ hálózati megoldásainak konvergenciája még a kezdeteknél tart. Az infokommunikáció jövőjét meghatározó ún. NGN (Next Generation Networks) koncepció közös IP alapú gerinchálózathoz kapcsolódó különféle (vezetékes, mobil és műsorelosztó) hozzáférési hálózatot

képzeli el. Ezen hálózatokban azonban komoly kihívást jelent a késleltetés-érzékeny multimédia szolgáltatások továbbítása. A felhasználó számára a szabad hozzáférési hálózat választás előnyös, ezért meg kell oldani a hozzáférési hálózatok közötti váltást oly módon, hogy a felhasználó minél kevésbé érzékelje azt. A forgalmi modellek és azok alkalmazása elengedhetetlen a mobil hálózatok hatékony tervezési, dimenzionálási és méretezési kérdéseinek megoldására.

Mindezek alapján célunk a következő területek jövőbeli részletes kutatása:

- Hálózati megoldások kutatása a jövőbeli média és tartalom szolgáltatási igények kielégítésére. A jövő Internetének transzport protokolljai, skálázható útválasztási stratégiák, multimédia átvitel önszerveződő és infrastruktúra hálózatokban.
- Intelligens környezet lehetővé tétele: szenzorok hálózatba kapcsolása (internet of things), környezet tudatos szolgáltatások biztosítása, mobil hálózat alapú helymeghatározás
- Hálózatmenedzsment: a komplex infokommunikációs hálózatok és szolgáltatások menedzselése.
- Energiatakarékos infokommunikációs megoldások kutatása
- Rádiós hozzáférési hálózatok hatékonyságának növelése. MIMO rádiós eljárások és nyalábformáló antennarendszerek kutatása.
- Software Radio és Radio over Fiber technológiák.

6.1.4. BIZTONSÁG, MEGBÍZHATÓSÁG, MINŐSÉG, EGYÜTTMŰKÖDÉS

Az informatika és alkalmazásainak rohamos terjedése a társadalmi, gazdasági életben egyúttal azt is eredményezi, hogy azok hibáival szemben a mindennapi élet mindinkább kiszolgáltatott. A mai rendszerekben egy-egy informatikai hiba hatása az általa felügyelt folyamatokon keresztül megsokszorozódhat.

A **szolgáltatásbiztonság** iránti aggodalom az egyik legjelentősebb gát az IT és digitális szolgáltatások eszközként való elfogadásában, ami a korszerű digitális társadalmakban a társadalmi, gazdasági tervezet működésének hatékonyságát meghatározó mértékben rontja. Az IT szolgáltatások biztonsága és az azokba vetett bizalom egy informatika alapú környezetben csak a teljes hatásláncon végigterjedő garanciarendszeren keresztül érhető el.

A személyazonosság (embereké, javaké és folyamatoké) következetes, a titoktartásra és anonimitásra vonatkozó jogi és szabályozási környezetnek megfelelő kezelése ennek jó példája. Ehhez kötődik az az igény, hogy legyen egy praktikus, de szigorú megközelítés a nagy elosztott rendszereken belüli bizalom megteremtésére, illetve legyenek általánosan és megalapozottan elfogadott modellek és mechanizmusok vállalatok és virtuális szervezetek közötti biztonságos és megbízható együttműködésre.

Ha a társadalmi-gazdasági folyamatokat informatikai eszközök szervezik, sőt optimalizálják, egyaránt követelmény az azok által nyújtott szolgáltatások integritása és rendelkezésre állása (azaz az, hogy a

kiszolgáló rendszerek tegyék és helyesen tegyék a dolgukat) illetve védelmük (azaz hogy ne történhessen meg nem engedett működés).

A nem megfelelő szoftvertervezés, vagy az infrastruktúrában fellépő hiba vagy akár rosszindulatú behatolás következménye akár katasztrofális kár is lehet, nem csak anyagi értékben, hanem emberéletben is (pl. szoftver-hibák repülés-irányító rendszerekben). Az informatikai alkalmazások köre mindinkább magában foglalja a kritikus infrastruktúrák üzemvitelét, sőt működésük optimalizálását is, azaz az informatikai felügyeleti réteg kiesése egy teljes régió vagy akár az ország működését is blokkolhatja.

Európai, sőt világdimenzióban is rohamosan terjed és számos fókuszált célprogram által támogatott, a garantált szolgáltatásminőséget biztosító tervezés és implementációs technológia kimunkálása. Az ilyen megközelítések célja az, hogy a kialakuló informatikai termékek, rendszerek és szolgáltatások nemcsak funkcionálisan legyenek helyesek, hanem képesek legyenek ellenállni a fizikai vagy emberi forrásokból megjelenő hibáknak, sőt azokra aktívan reagálva önvédelmi és önjavító képességekkel rendelkezzenek.

Az informatikai alkalmazásoknak viszonylag új eleme, hogy a korábbi egy-egy felhasználó által kizárólagosan felügyelt, zárt világba zárt informatikai alkalmazások helyett egyre inkább dominánssá válnak a kooperatív jellegű alkalmazások akár ad-hoc federáció keretében is. Ez kritikussá teszi azt, hogy az együttműködő partnerek közötti szolgáltatásbiztonság a gazdasági élet egyéb termék- és szolgáltatás-csere folyamataihoz hasonlóan mérhetővé és kölcsönösen ellenőrizhetővé váljék, hiszen ellenkező esetben a felelősségi viszonyok tisztázatlansága miatt a kölcsönös bizalom megteremtésének alapja is hiányzik.

A rendszermenedzsment a szolgáltatás minőség egyezményes szolgáltatás megállapodási szerződések formálását, a szolgáltatás minőség indikátorok rugalmas metrikáját és a szolgáltatás minőségi áthágásokat kezeli. Kutatás tárgyát képezik nemzetközi vonatkozásban is a menedzsment információk szabályozott megosztására szolgáló módszerek, a teljes koordináció, teljesítmény- és szolgáltatásbiztonsági tervezés és menedzselés érdekében.

Kiemelendő, hogy a komplexitás miatt a szolgáltatásbiztonság elérése ma mindinkább a gyakorlatba vonja a korábbiakban tisztán akadémiainak tekintett, a bonyolult rendszerek matematikai eszközökkel történő minőségi és mennyiségi analízis módszereit. A rendszerek bonyolultságának növekedésével ugyanakkor kulcskérdéssé válik a változó környezeti feltételek, sőt az őket érő támadásokkal szembeni rugalmas reagáló képesség (pl. egy-egy rendszert fel kell készíteni a tervezés pillanatában még ismeretlen rosszindulatú támadásokra is). Ez a gyakorlatban azt igényli, hogy a korábbiakban a működést megelőző tervezési fázisban használt intelligencia fokozatosan beépüljön futási idejű algoritmusok formájában a működő rendszerekbe is.

A BME Stratégia keretében négy kiemelt kutatási témacsoportot javasolunk:

- Biztonság és Bizalom (Security and Trust). Személyazonosító rendszerek (tárgy, tudás, biometria, viselkedés, illetve rádiófrekvenciás alapokon). Kriptográfiai eszközkészlet és alkalmazásai.

- Garantált szolgáltatásbiztonságú rendszerek tervezési metodikai ideértve az ön-* rendszereket. Rendszer / Szolgáltatás / Szoftver / Hardver minőség és megbízhatóság (Quality and Dependability). Szolgáltatásbiztos rendszerek modell alapú analízise és szintézise.
- Jogi, szervezeti, szemantikai és technikai interoperabilitás, nyílt szabványok (Interoperability). A hézagmentes integráció és middleware eszközei és kiegészítésük a szolgáltatásbiztonságot garantáló eszközökkel és módszerekkel.
- Menedzsmentszolgáltatások (ICT Management Services). Kapcsolat a szolgáltatás és komponens integrációval, informatikai infrastruktúrák és rendszerek mérés- és szabályozástechnikája.

6.1.5. EMBER-GÉP INTERAKCIÓ

Az elmúlt 20 évben alapvetően a két dimenziós (2D) grafikus felhasználói felület (Graphical User Interface, GUI) jellemezte a számítógép és az ember kapcsolatát. A billentyűzettel és az egérrel (esetleg érintőképernyőn) bevitt adatokra a grafikus felületen keresztül kaptuk meg a válaszokat. Egyelőre ez a megközelítés érvényes az újabb infokommunikációs eszközrendszerre is (mobiltelefonok, navigációs eszközök, e-könyv olvasók, stb.). Egyértelmű azonban, hogy ez a technológia távol áll az emberi spontán kommunikáció során alkalmazott megoldásoktól.

A több ujjal vezérelhető (multi-touch) technológián alapuló eszközök sikere is jelzi, hogy az információ bevitel és befogadás eszközrendszerében még sok lehetőség van. Az egyik jelenleg érzékelhető trend a 3D kijelzők várható robbanásszerű terjedése. Ezzel párhuzamosan számos új érzékelő is megjelenik a széles körben használt eszközökben (pl. GPS, gyorsulásérzékelő, kamerák, hőmérséklet-érzékelő, stb. mobiltelefonokban). Ezek megadják az esélyét annak, hogy az adatbevitel is 3D formában történhessen. A két technológia együtt utat nyit az ún. interaktív virtuális és kibővített valóság (virtual and augmented reality) megoldások felé. A Future Emerging Technologies (FET) víziója⁵ szerint az emberi képességeket a fizikai teljesítmény határokra túlra fogja emelni a technológiai fejlődés a vizualizációs eszközök, ember-gép interakciós eszközök, ember-gép kognitív technológiák, a virtuális terek és ágensek fejlődésének és integrációjának köszönhetően.

A jövő embere életében kiemelten fontos szerepe lesz a bővített valóság világoknak (augmented reality): a bővített valóság világok és alkalmazások ki fogják terjeszteni képességeinket és tudásunkat, melyeket a valós világban gyakorolhatunk. A bővített valóság öt fő fejlődési iránya a vizualizációs eszközöket (pl. sztereoszkopikus kijelzők, 3D szemüvegek, stb.), interakciós eszközöket (hang, érintés, gesztikulációs interfészek stb.), emberi állapotot értelmező technológiákat (agyhullámok, érzelmek stb.), megjelenítési/közlési módszereket (pl. avatarok, virtuális ágensek és világok stb.), ember-gép összefonódásával kapcsolatos megoldásokat (pl. nem beépített: vegyes és bővített valóság, agy-számítógép interfész; beépített: Idegrendszeri interfészek, protézisek stb.) fogja érinteni.

Az elmúlt években jelentős fejlődésen ment keresztül a beszéd gépi észlelése, felismerése és szintézise is. Napjainkban nagyszótárú felismerési és szintézis megoldások a korszerű ún. okostelefonokon (smartphone) is az operációs rendszerbe illesztve válnak (először a világnyelveken) elérhetővé. Ez utat nyithat újszerű alkalmazásoknak is (pl. Google Voice Apps). Az is egyértelműnek látszik, hogy a jelenlegi technológia jó akusztikai minőségű, (közel) felolvasott, formalizált beszéd előállítására és

⁵ MMKlaszter stratégiai víziója: 2010

felismerésére alkalmas egy-egy többé-kevésbé jól körülhatárolható témakörön belül. (pl. SMS-felolvasás, tudakozó vezérlése hanggal). A tematikus korlátozásokra azért is szükség van, mert az emberi kognitív, szemantikus feldolgozás gépi közelítése még igencsak gyerekcipőben jár. További kutatásokat igényel az emberi spontán kommunikáció során alkalmazott kiegészítő információ (pl. hűmmögés, nevetés, újrakezdés) adekvát kezelése is. Ehhez jelentős segítséget adhat más modalitások bevonása (pl. arckövetés, gesztusfelismerés). Szükség van az interakciós szituációk újszerű megközelítésére is. Azaz pl. egy beszéd-alapú automatikus fordító rendszerben a beszéd felismerő nemcsak a nyelvi tartalom szöveges formáját, hanem a beszélő nemét, beszédtempóját, hangmagasságát, esetleg kognitív (érzelmi) állapotát is meg kell adja ahhoz, hogy az ezen információkat fogadni tudó beszéd szintetizátor a kommunikációs tartalomhoz illő jelet állítson elő.

Napjainkban egyre nagyobb "nyomás" nehezedik a ma emberére, hogy egyre több új informatikai rendszer használatát sajátítsa el. A felhasználók jogos igénye, hogy az új informatikai eszköz-szoftverek használata ne nyűg legyen, és ha már ezeket az eszközökkel naponta sok időt töltünk "együtt", akkor ezek a saját ízlésünknek megfelelően személyre szabható "segítőtársak" legyenek. Ez indokolja, hogy egy alapvetően új, mások által még nem kutatott etológiai megközelítéssel próbálkozzunk. Ennek a megközelítésnek (az ún. eto-kommunikációnak) a megalapozása napjainkban folyik a BME-SZTAKI-ELTE valamint világhírű nemzetközi partnereket bevonó konzorciumi projektje keretében. Az etológia és az intelligens rendszerek kapcsolata onnan ered, hogy az etológia a természetes viselkedést kutatja az adott faj ökológiai környezetében, és amint olyan robot tervezése merült fel, amely egy adott fajra jellemző képességgel rendelkezik, vagy egy faj adott egyedével kell, hogy felvegye a kapcsolatot. Ennek megfelelően az intelligens rendszert nem az ember képére kívánja formálni és nem egy ember-ember (fajon belüli) típusú kommunikációt kíván kialakítani, hanem elfogadja azt a tényt, hogy a mesterséges rendszerek intelligencia szintje messze az ember szintje alatt van. Ezért választja modellül az ember-kutya kapcsolatot, és így az ember és intelligens rendszerek kapcsolatában fajok közötti típusú kommunikációt kíván kialakítani. A témához kapcsolódik a gépi társként (companion) jelentkező alkalmazások (pl. otthoni segítő, illetve szórakoztató robotok), amelyek az EU cognitive robotics témájú FP7 felhívásaiban kiemelt hangsúlyt kaptak. „

Alapkutatások már ma is folynak abban az irányban, hogy az emberi fejet körülvevő elektromágneses tér (nem invazív, akár több száz csatornás) mérése alapján tudjunk következtetni az agyi folyamatokra. Az MIT-n és a Harvardon mintegy 10 szavas szótárból tudnak egy elemet azonosítani. Hasonló funkciókat elláthatnak az ún. csendes beszéd interfészek (silent speech interfaces) lényegesen egyszerűbb eszközökkel is, például az artikulációs szervek mérése alapján zárt ajkak mellett, ha az modellezzük, amikor az ember hangot nem ad ki, de az artikulációs szerveit üzemelteti. Ez egy nagyon érdekes, de a műszaki feladatok mellett alapvető etikai és személyiségi jogi kutatásokat igénylő terület.

Az ember-gép interakcióban az alábbi kutatási témaköröket javasoljuk:

- Virtuális és bővített valóság technikák és alkalmazások és eszközök, kollaboratív virtuális környezetek, masszívan sokszereplős játékok, 3D Internet, gépi és emberi szereplők együttműködése, kognitív infokommunikációs eszközök, a virtuális világ valósídejű fizikai szimulációja.

- Multi- és unimodális felhasználói felületek (beszéd, gesztus, vizuális, ...), különös tekintettel a téma ill. alkalmazás-specifikus megoldásokra (pl. orvosi, járműipari, logisztikai, folyamatvezérlési) és a teljes kommunikációs kontextus kezelésére
- Természetes spontán interakciók elemzése és modellezése, gépi megoldásokkal való összevetése
- A gépi megoldás azonosságának (identity) szerepe az emberi felhasználói élményben
- Az esélyegyenlőségi szempontokat figyelembe vevő hozzáférhető (accessible) és adaptálható (adaptable) felhasználói felületek, cél orientált (pl. fogyatékos kompenzáló) felhasználói interfészek.
- Affective Computing, emberi állapotot értelmező technológiák. Ergonómiai és pszichológiai aspektusok. Kognitív modelleken alapuló interakció.
- 3D vizualizáció, valósídejű, fotorealistikus és illusztratív megjelenítési algoritmusok.
- Etológiai indíttatású modellek az ember és intelligens rendszerek szociális kapcsolattartására.

6.1.6. JOGI SZABÁLYOZÁS

A szabályozás alkalmazott jogtudomány, amely egy adott szektor műszaki, gazdasági viszonyait, annak változásait tükrözi. Az IKT szabályozás kérdéseivel mind több egyetemen kíméletlen alaposan foglalkoznak, vizsgálják hatásait, modellezik a piaci viszonyokat, a technológiai fejlődést és a szereplők reakcióit, igyekeznek optimális megoldásokat kialakítani. Módszereivel mind gyakrabban találkozhatunk az Internet gazdasági és társadalmi hatásait elemző konferenciákon, szakfolyóiratokban, az effajta vizsgálatok fontos szerepet kapnak az Internet újragondolásában, a Future Internet kialakításában, spektrum-, azonosító- és domain menedzsment problémakörökben. Ennek egyik legfontosabb eszköztára a játékelmélet módszertana, amely jól hasznosítható versengő szempontok modellezésére, a piaci szereplők mozgásának, az ügyfelek viselkedésének leírására, árverési eljárások tervezésére, piacsabályozási, árazási, beruházás-ösztönzési, szankcionálási kérdések vizsgálatára, optimalására.

Az IKT szabályozásának számtalan új elemét generálja az informatika és távközlés konvergenciájából fakadó harmonizációs igény, amely a távközlés alapvetően technológia-vezérelt szabályozásának és az informatika inkább újonnan felmerülő, jellemzően a biztonsághoz kapcsolódó kritikus szabályozási kérdéseinek összehangolásával jár. A kérdéskör számos elemének felhasználó-barát megoldatlansága az intelligens környezet és az e-technológiák kibontakozásának talán legjelentősebb akadályát képezték, és képezhetik a jövőben is, ezért a témakör a nemzetközi jogi szabályozási kutatások előterében áll. A problémakörön belül a műszaki ismereteket leginkább igénylő kriptográfiai kérdéseket, az elektronikus aláírás és azonosítás témakörét, valamint az adatvédelem eljárásainak sokoldalú szabályozási vizsgálatát emeljük ki, amelyek mellett az IKT szoftver meghatározottságából fakadóan a szoftverek, mint szellemi alkotások védelmének nyitott kérdései hangsúlyosak, különösen a nyílt forráskódú rendszerek jelentőségének növekedésével.

Mind ezek alapján az alábbi négy kutatási témakört definiáljuk:

- IKT szabályozás módszertani megalapozása
- Kriptográfia, elektronikus aláírás, elektronikus azonosítási rendszerek
- Személyes és üzleti adatok védelmének kérdései
- Szellemi alkotások jogi szabályozása

6.2. ALKALMAZÁS-ORIENTÁLT KUTATÁSI IRÁNYOK

Ebben a részben azok a kutatási irányokat tekintjük át, amelyek mentén kutatási projekteket kívánunk kidolgozni az IKT területén:

- Integrált e-gazdaság és e-társadalom
- Helyfüggő alkalmazások
- Intelligens környezetek
- Egészségipari és egészségügyi alkalmazások
- Future Internet alapú alkalmazások (IoP, IoI, IoS, IoT)
- Közlekedési eszközök és rendszerek
- Termelésirányítási és -logisztikai rendszerek
- Mérnöki- tudományos tervező rendszerek

6.2.1. INTEGRÁLT E-GAZDASÁG ÉS E-TÁRSADALOM

Az IKT szakma egyetért abban, hogy a jövő tudásalapú társadalmának és gazdaságának alapvető informatikai infrastruktúráját az Interneten egymással összekapcsolódni és együttműködni képes szolgáltató csomópontok, és a szolgáltatásokat felhasználni és integrálni képes, a felhasználók igényeihez, szokásaihoz, feladataihoz a legmesszebbmenőkig igazodó alkalmazások alkotják. A komplex informatikai szolgáltatások természetes részévé válnak a mindennapi életnek, használatuk minden területen, minden érintett számára magától értetődő, egyszerű, egyben nélkülözhetetlen lesz. Ennek a bonyolult, elosztott, hierarchikus, elektronikus szolgáltatásrendszernek a létrehozására a szolgáltatásorientált architektúra (SOA) szerinti építkezés a legígéretesebb módszertani megközelítés.

A 6.1. pontban tárgyalt alaptermészetek között kiemelt hangsúlyt kapott a SOA rendszerek egységes, modell alapú, varratmentes fejlesztési technológiájának kidolgozása. A gazdasági szektorokban, a társadalmi szintű közszolgáltatások különböző területein egyaránt aktuális feladat a meglévő, jelentős értéket képviselő informatikai rendszerekre alapozott integrált szolgáltatások kialakítása. Ezek részint közös, részint szakterület-specifikus problémákat vetnek fel.

Az integrációra leginkább éretnek a gazdasági szereplők (elsősorban a nagyvállalatok és a pénzügyi szféra) rendszereit tekinthetjük. A **vállalati alkalmazások integrációja** a SOA alkalmazások legkiforrottabb területe, ahol számos szállító kínál olyan termékcsoportokat (pl. szolgáltatási sín, azaz Enterprise Service Bus, megoldásokat), amelyek a feladatok megoldását modulok összeválogatására és konfigurálására egyszerűsítik. Még ezeknek a kisebb léptékű feladatoknak a megoldása során is

felmerülnek a részrendszerek együttműködésében technikai, értelmezési, szervezési, üzemeltetési problémák, amelyek szisztematikus kezelése mesze nem triviális feladat.

A gazdasági szférában a vállalaton belüli integráció mellett a vállalkozói (B2B) és a kereskedelmi (B2C) tevékenység is egyre inkább az információs rendszerek együttműködési képességére, illetve szabványosított, hiteles harmadik fél által nyújtott szolgáltatásokra alapoz (pl. elektronikus fizetés, federatív azonosítási, hitelesítési megoldások, stb.).

Lényegesen nagyobb léptékű feladat a hatékony, szolgáltató közigazgatás kialakításához elengedhetetlenül szükséges **e-közigazgatási rendszer** integrált szolgáltatásainak létrehozása. A SOA alapelveken történő építkezés ebben az esetben speciális követelményeket támaszt. Nagy állami nyilvántartások adataira alapozott, több szervezetet érintő ügyintézési folyamatokat kell megvalósítani szigorú adatvédelmi és speciális biztonsági követelmények teljesítésével. A rendszer kialakításakor a SOA architektúra egyes komponensei speciális módon használandók, így a szolgáltatáskatalógus sokkal inkább szolgálja a hiteles és ellenőrzött működést, mint a dinamikus szolgáltatás-felfedezést. A szolgáltatási sín sokkal inkább szolgálja az egységes interfész kialakítását, mint a változatos protokoll-konverziók központosított végrehajtását. A szolgáltatási folyamatok jogszabály-konformanciájának és a folyamatrendszerek konzisztenciájának vizsgálata alapvető fontosságú feladat. A hosszú (több hetes) lefutású folyamatok biztonságos kezelése sajátos perzisztencia-követelményeket támaszt, amelyek kihatása a teljesítményparaméterekre nehezíti a rendszerek méretezését. Nem megoldott a nagy bonyolultságú, heterogén rendszer hatékony és minél inkább automatizált tesztelése és egységes felügyeleti rendszerének kialakítása. Az integrált szolgáltatásokat ráadásul önálló, vagy félautonóm közigazgatási szervezetek együttműködésével kell létrehozni, ami a **technikai és szemantikai interoperabilitás** biztosítása mellett a **szervezeti és jogi interoperabilitás** megvalósítását is szükségessé teszi. A feladatok megoldása nem képzelhető el az érintett szervezetek hatékony kooperációja nélkül, aminek biztosítása az igazgatás- és szervezéstudomány körébe tartozó motivációs technikák alkalmazását igényli. Különös figyelmet kell fordítani arra, hogy az általános iskolát elvégző, de gyakorlatilag funkcionális analfabétának tekinthető (egyres becslések szerint a népesség 10-15%-a) valamint a rendszeres internet használatával nem rendelkező és a fogyatékos emberek számára is kezelhető felhasználói felületek valósuljanak meg.

Az e-közigazgatás egyik ágának is tekinthető, egyben azon túlnyúló alkalmazási terület az **e-egészségügy**. Jelen stratégiában ez a terület elosztottan jelenik meg: e-közigazgatási vetülete (társadalombiztosítási, egészségügyi nyilvántartásokra alapozott szolgáltatások, egészségügyi rekordok interoperabilitása és adatvédelme, stb.) itt, az egészségipari vonatkozások jelen fejezet egy más pontjában. Emellett egy másik kiemelt kutatási terület, a Biotechnológia és járműipar, is foglalkozik a terület egyik ágával. Ez a terület szó szerint „életbevágó” fontosságú, ezért jogosan szerepel a kiemelt alkalmazási területek között.

Kis túlzással, amerre nézünk, további alkalmazási területek kínálkoznak. Említésre méltó – és a BME saját hatékonyságát is jelentősen javíthatja – az **e-egyetem** kialakításának alapos elemzése és feltárása. Egy más, egyelőre kevésbé érett, de rendkívül jelentős terület az **e-jogszolgáltatás**. Jogszabályaink minősége, a jogalkotás és jogalkalmazás gyakorlata sok kívánni valót hagy maga után. A közérthetőnek szánt jogszabályszövegek koránt sem közérthetőek, a fogalomrendszer nem konzisztens, a fogalmazás gyakran többértelmű, a szabályozás hézagos, önellentmondásokat tartalmaz, a definiált eljárásrendek holtponthelyzetekre vezethetnek. Lényegesen javíthatna a helyzeten az informatikai gondolkodás, a formális modellek, és az ezekre alapozott esetszimulációs szolgáltatások

elterjesztése. Stratégiánk fontos eleme a „Jogi szabályozás” kérdésköre (6.1.6.), elsősorban az IKT alkalmazásaival kapcsolatos jogszabályok körére koncentrálva. Ez a terület kísérleti terepként is szolgálhat egy modell alapú jogszolgáltatási koncepció kipróbálására.

A felsorolt területeken a BME rendelkezik kutatási előzményekkel, együttműködő ipari és közigazgatási partnerekkel, kapcsolatrendszerrel.

Az integrált e-gazdaság és e-társadalom stratégiai kutatási területei

- Az integrált e-szolgáltatások kialakításának általános problémái
 - o Szolgáltatási sín működési követelményei és infrastrukturális szolgáltatásai különböző alkalmazási területeken (e-gazdaság, e-közigazgatás, stb.)
 - o Szolgáltatási folyamatok formális leírása és modellvizsgálati módszerei
 - o Perzisztencia-követelmények és erőforrásigényük SOA alapú integráció és hosszú lefutású folyamatok esetén
 - o Adatvédelmi követelmények teljesítése szabványos tokenkezelési megoldásokkal
 - o Felügyeleti és tesztfunkciók automatikus származtatása formális folyamat- és szolgáltatáspecifikációkból
 - o Automatikus tesztelés lehetősége SOA rendszerekben
 - o Konvergens, kooperatív munkaszervezési modellek kidolgozása önálló szervezetek együttműködésére
 - o Hatékony felhasználó felületek minden állampolgárnak
- Az interoperabilitás technikai, szemantikai, szervezeti és jogi feltételei
- Vállalati alkalmazások integrációja
- E-jogszolgáltatás modell alapú jogszabálykezeléssel

6.2.2. HELYFÜGGŐ ALKALMAZÁSOK

Manapság számos olyan alkalmazás, vagy alkalmazás-ötlet létezik, melyben a felhasználó/objektum helyzetére vonatkozó információ felhasználható. A legegyszerűbb ezek közül a felhasználó/objektum helyzetét adja meg, de ennél komplexebb alkalmazások is felépíthetőek, melyek például valamilyen tartalom szolgáltatása során használják fel a felhasználó illetve objektum helyzetének ismeretét. A közeljövőben ezen alkalmazások rohamos terjedése várható.

A piacon már elérhető néhány olyan rendszer, mely egyetlen hálózattípus esetén alkalmas a felhasználók helyzetének valamilyen szintű meghatározására. Ezeknek a rendszereknek az alkalmazása azonban egyrészt bonyolult, másfelől minden esetben azt kívánja, hogy a konkrét ráépülő alkalmazást egyedileg fejlesszék ki hozzá. Természetesen készült már néhány olyan megoldás, mely

speciális környezetben, legtöbbször egyetlen rádiós hálózat segítségével határozza meg az objektum helyzetét, majd erre épít konkrét szolgáltatást. Ezek azonban sajnos csak kisebb csoportok részére érhetőek el, csak speciális körülmények között működnek, vagy üzemeltetésük drága, és ebből kifolyólag nem terjedtek el széles körben.

Célszerű elvégezni a különféle helymeghatározásra alkalmas rádiós technológiák egy közös keretbe foglalását, valamint azok egységes kezelését. Ezáltal a felhasználó elől egyrészt rejtve maradnak a konkrét technológiai sajátosságok, másrészt automatikusan, mindig az elérhető rádiós hálózatok alapján végezhető el a helymeghatározás. Járulékos eredmény továbbá az, hogy a különféle hálózatok kombinálásával a pontosság növelhető.

A technológiák létjogosultságát az alkalmazások támasztják alá, ezért fontos lenne olyan, széles körben használható alkalmazások készítése, melyek generálni fogják a speciális igények megjelenését. Ilyen alkalmazások lehetnek többek között:

- Jármű/gyalogos navigációs objektumok kezelése
- Raktári és (eszköz) nyilvántartási objektumok kezelése
- Közműobjektumok kezelése

A közösségi hálózatok rohamos fejlődése maga után vonzott a mobil készülékek és helymeghatározás alapú funkciók támogatását is. Ilyen rendszerek tervezésekor fontos figyelembe venni a felhasználók számát és az erőforrás igényt

- Termékkövetés vállalati határokon belül és kívül. Forgalmi mozgások követése járművekre, emberekre
- kiegészítő alkalmazások jármű/gyalogos navigációs feladatokban
- a civil szféra bevonása a településtervezésbe az e-technológiák segítségével
- intelligens közterület, az e-technológia szerepe a társadalmi bevonás és kommunikáció megteremtésében a városfejlesztési folyamatokban.
- kontextus és helyfüggő alkalmazásokhoz middleware fejlesztése
- mobil alapú közösségi hálózatok
- többdimenziós távérzékelt felvételek és térinformatikai elemzések közel valós idejű végrehajtása
- hagyományos és alternatív helymeghatározási és navigációs megfigyelések rögzítése, feldolgozása, szenzorintegrálás
- térinformatikai rendszerek és alkalmazásuk

6.2.3. INTELLIGENS KÖRNYEZETEK

Körülöttünk számos eszköz található, amelyek a háztartásban, lakóhelyünkön, munkahelyünkön, a közlekedésben, a nyaralás és kikapcsolódás során könnyítik életünket. Az elmúlt évtizedek elektronikai, érzékelési és jelfeldolgozási fejlődésének, valamint a felhasználók igényeinek kényelmesebb kiszolgálása érdekében az eszközgyártók egyre szívesebben nevezik termékeiket intelligensnek: a mosógép, ami a ruha vízfelszívó képességei szerint engedi a vizet; a mikrohullámú sütő, ami az étel fajtája és súlya szerint szabályozza a melegítés és grillezés funkcióját; a közlekedési rendszer, ami az utasok igényeknek megfelelően sűríti vagy ritkítja nap közben a járatokat – hogy csak pár példát említsünk.

Az ember legszűkebb környezetében (mikrokörnyezet) megtalálható eszközök a hétköznapiak leggyakrabban használt berendezései, emiatt a fejlődésük a leggyorsabban és legkönnyebben, ugyanakkor leglátványosabban érzékelhető. A nagy tömegű gyártással az eszközök ára csökken, ez segíti azok elterjedését. A gyártáshoz a termékfejlesztés és tervezés sem nélkülözi az új megoldásokat, egyre több és jobb érzékelővel látjuk el az eszközöket, melyek a környezetet egyre pontosabban „megfigyelik”, reagálnak annak változásaira, nyújtanak szolgáltatásokat a használojuknak.

Az épített környezetben az otthonok felszerelése mind több és jobb berendezéssel, háztartási géppel jól mutatja az emberek igényeit. A konyhai és háztartási gépek, a szórakoztató elektronika, a lakásvilágítás, fűtés és klímaszabályozás egyre jobb algoritmusokat, fejlesztési eredményeket hasznosít. A lakóhely (mint a háztartások, házak összessége) egy léptékkel nagyobb méretben a közvilágítás, tömegközlekedés, lakossági közműszolgáltatások, ipari és kereskedelmi, valamint a szolgáltatási létesítményeken keresztül hasonlóképpen felvevői és igényeinek megfogalmazói a modern technikának. Az épített környezet kitolódása a tágabban értelmezett környezetünkre (makrokörnyezet) szintén közhelyszerű: folyókat szabályozunk, mezőgazdasági és erdészeti művelés alá kerülnek a korábban természetes felszínek (rétek, erdők). Az életszínvonal fenntartásához, a környezeti hatások – beleértve az időjárási jelenségeket is – mind arra sarkallnak, hogy tudjunk meg minél többet a környezetről, hogy fenntartható módon az élet tiszteletével tudjuk a magunk hasznosítására fordítani. Ehhez a körülöttünk lévő környezetet, annak élővilágával, természeti folyamataival, jelenségeivel együtt meg kell ismerni, viselkedését modellekkel kell leírni és harmonizálni kell az emberiség szakadatlanul növekvő igényeivel.

A mikro és makro környezet kutatásában, innovatív fejlesztésében a következő irányokat tartjuk a legjelentősebbeknek:

- Intelligens világítástechnika. Intelligens campus. Intelligens szenzorok. Lakóépületek levegőminőségét monitorozó intelligens szenzorrendszerek
- Épületek és mozgásvizsgálati, valamint állékonysági hálózatok mérés technikája
- Multimédia tartalmak előállítás, kezelése, rendszerezése
- Médium típusok rögzítése, lejátszása különböző mobil és beágyazott, szórakoztató elektronikai eszközökön. Multimédiás megjelenítők, szórakoztatóelektronikai eszközök kliensként való alkalmazása
- Tartalmak eljuttatása hálózaton keresztül. Peer-to-Peer rendszerek. Kooperatív és szemantikus tartalomkeresési- és megosztási módszerek

- Intelligens gyártás. Holonikus gyártórendszerek.
- Az építészeti környezet informatikai lehetőségei, különös tekintettel a hátrányos-helyzetűek életvitelének megkönnyítésére
- Beszédvezérelt mikro (pl. telefon) és makrokörnyezet (bejárati ajtó, lift, raktár, ...)
- Tömegbeton, üveg és acélszerkezetek folyamatos megfigyelése vezetékes és vezeték nélküli érzékelő hálózattal
- Közlekedési létesítmények forgalmi, emisszós méréseinek elvégzése és értékelése
- Környezeti kockázati modellek felhasználásával környezeti problémák vizsgálata.
- Intelligens bio- illetve kémiai szenzorok kifejlesztése, hatóanyagok, illetve szennyezők nagy hatékonyságú felismerésre, komplex mérőrendszerekben való alkalmazásra.
- Ember nélküli repülőgépes környezetmegfigyelés
- Talajvíz, ár- és belvíz megfigyelések, hidrológiai és hidraulikai adatgyűjtés és feldolgozás
- Intelligens elosztott irányító rendszerek
- Intelligens önépítő/önkonfiguráló autonóm mobil robotok és multiágens rendszerek
- Intelligens környezetek működésével összefüggő polgári jogi (szerződési jog, felelősség, termékfelelősség) kérdések.

6.2.4. EGÉSZSÉGIPARI ÉS EGÉSZSÉGÜGYI ALKALMAZÁSOK

Az e-VITA Nemzeti Technológiai Platform célul tűzte, hogy egy olyan koncepciót dolgoz ki, amely alapvetően a prediktív, megelőzésen alapuló egészséget megőrző kutatások indítását és megerősítését célozza meg. A magyar orvostudomány nemzetközileg elismert. A hazai orvosi eszközgyártás és a mesterséges intelligencia kutatások fontos szerepet játszanak az infokommunikációs eszközökkel támogatott orvoslás területén. Ehhez hozzá jön az a tény, hogy a környezeti tulajdonságokat infokommunikációs eszközökkel jól tudjuk megfigyelni. Ez vezetett oda, hogy az utóbbi időkben minden EU stratégiai dokumentumban szerepeltek az ambiens rendszerek. Így a következő évtizedben rohamos fejlődés várható ezen a területen. Ez a fejlődés rövid távon abban nyilvánul meg, hogy megjelennek azok az eszközök, amelyek integrálják az orvos-tudományt és az IKT eredményeket. Ilyen jellegű kutatások indultak néhány évvel ezelőtt többek között a BME-n is. A másik jelenség a nemzetközi rövid néven ismert medtech szektor, ami alapvetően arra fókuszál, hogy az IKT technológiák segítségével olyan orvosi eszközöket, műszereket és rendszereket fejlesszen ki, amelyek hozzájárulnak az orvoslás hatékony, modern működéséhez. A BME kutatói a medtech iparban nemzetközileg is elismertek, a BME és a medtech ipari cégekkel erős a kapcsolat és számos sikeres K+F+I projektet vezetett a BME az ipar számára.

A következő témacsoportok kutatását tervezzük ezen a területen:

- Számítógéppel támogatott prevenció (hang és/vagy mozgáselemzés alapján) és orvoslás, orvosi képalkotó berendezések, GPU alapú rekonstrukciós eljárások, számítógépes orvosi

diagnosztikai eszközök, brachiterápia tervezés, génmódosított fehérjék kimutatására szolgáló módszerek, nukleáris képalkotás során alkalmazható mozgáskorrekciós algoritmusok, valamint képrekonstrukciós algoritmusok

- Ambiens technológiákkal segített életvitel. (Intelligens környezeteknél kialakított alaptechnológiák alkalmazása az egészségügyben). Viselhető non-invazív orvosi biológiai érzékelők. Intelligens implantátumok
- Bio-mechatronika
- A gyógyszerfejlesztés folyamatában a megfelelő molekulák kiválasztására szolgáló módszerek a molekulamodelléstől a kemometriai és biometriai módszerek felhasználásáig
- Egészségügyi nyilvántartások interoperabilitása. Biztonságos adatkezelés egészségügyi rendszerekben. Személyes egészségügyi rekordok elektronikus elérhetőségének és helyfüggetlen felhasználásának biztosítása.
- Nemzetközi szöveg megjelenítés és szövegkezelés egészségügyi információs rendszerekben figyelembe véve az Unicode ajánlásokat.
- IKT eszközök használata az otthoni felügyeletre, a terápiakövetésre, fogyatékok pótlására/rehabilitációjára és egészségmegőrző programok támogatására.

6.2.5. FUTURE INTERNET ALAPÚ ALKALMAZÁSOK

- „Internet of things and services” – a gyártási és üzleti folyamatokban
- Fejlett web-technológiák a termelésinformatikában
- Szemantikus felhők, cloud-alapú, elosztott- tudásmenedzsment a termelésben és logisztikában
- Grid/cloud szolgáltatások és erőforrások ágens-alapú felügyelete és adaptálása
- 3D virtualizáció robottechnikai alkalmazásai interneten keresztül
- Tudásmenedzsment a termelési hálózatokban
- Szolgáltatásorientált vezérlési architektúrák

6.2.6. KÖZLEKEDÉSI ESZKÖZÖK ÉS RENDSZEREK

A közlekedési terület az IKT eredmények szélesebb rendszerbe integrálásának az egyik kiváló példája: akár a járműfedélzeti alkalmazásokat tekintjük (IKT együttműködése gépészeti alrendszerekkel: motorvezérlés, fékvezérlés, kormányrendszerek; mind beavatkozási, mind érzékelői szinten), akár a pályaudvari infrastruktúrában alkalmazott IKT rendszereket (IKT együttműködése pályaelemekkel, pl. vasúti kiterőkkel), akár a közösségi közlekedés 2015-ben érvénybe lépő EBSF (European Bus Systems of the Future) szabványa szerinti utastájékoztatói és járműüzemeltetési feladatokat. A szélesebb rendszerbe integrálás kifejezetten igényli az IKT rendszerek interfészeinek és alkalmazási

szabályainak pontos definiálását annak érdekében, hogy a jármű- vagy pályarendszer szinten zajló fejlesztések, kutatások az IKT komponenseket hatékonyan tudják integrálni.

E mellett a közlekedés, illetve az IKT alkalmazások közlekedés közbeni alkalmazási igénye külön kihívás elé állítja a kommunikációs alrendszereket: A kapcsolatok nagy sebesség (pl. $v=200\text{km/h}$, jellemzően nagy sebességű vasúti közlekedés) melletti fenntarthatósága ma már alapigénynek tekinthető.

A közlekedési informatikai rendszerek kritikus területe az információs interakciók olyan megtervezése és megvalósítása, ami nem vonja el a járművezető figyelmét a kritikus közlekedési feladatokról.

A közlekedési terület ugyanakkor az esetek jelentős részében biztonságkritikus terület, így a korábban már említett szolgáltatásbiztonság aspektusai kiemelt szerepet nyernek e területen.

Az IKT technológiáknak a közlekedés területén elő kell segítenie a közlekedésirányítás különböző szintjeinek hatékony megvalósítását, valamint az egyéb, más területeken is megszokott hétköznapi alkalmazások integrálhatóságát:

- Egyedi járműszintű irányítás IKT komponensei: egyedi járművekben alkalmazott, az egyéb szakterületi komponensekkel (pl. járműgépészet) szorosan együttműködő beágyazott IKT komponensek.
- Járműcsoportok kooperatív irányítása: Kommunikáció a járműcsoporton belül, ad-hoc módon felépülő hálózatok, ezek biztonsági kérdései (pl. közúti járművek csoportos irányítása, légi járművek ütközésselkerülő rendszerei).
- Lokális jármű-pálya kapcsolat megvalósítása: intelligens pályaelemek és a pályaelemekből származó információk járműre juttatása, majd az információ járműviselkedés befolyásolására történő felhasználása (pl. vasúti vonatbefolyásolási rendszerek).
- Globális hálózati irányítási alkalmazások: forgalom-figyelésen és előrejelzésen alapuló közúti járműirányítási rendszerek; légi irányítási rendszerek, vasúti irányítási rendszerek (ez utóbbira jó példa az ERTMS - European Rail Traffic Management System és járműirányítási alrendszere, az ETCS - European Train Control System, illetve az ETCS részét képező GSM-R kommunikációs rendszer).
- A hálózati irányítási alkalmazások (ideértve a flottamenedzsment rendszereket is) a járművektől származó státuszinformációk (pozíció, sebesség, műszaki állapot, utasszám stb.) hatékony gyűjtését, továbbítását és feldolgozását igénylik, mind IKT komponensek alkalmazásával. A feldolgozás történhet csak központi helyen, de igényelheti az információk terítését is, ez utóbbi tipikus példái az utastájékoztató rendszerek. A feladatokat célszerű az EBSF szabványok szerinti IP hálózatok kialakításával megoldani a járműfedélzeten, a diszpécser központokban és a megálló helyeken is.

- Természetesen-miután a járműveken életünk egy jelentékeny részét töltjük az otthonokban már megszokott IKT szolgáltatások egy jelentős részét a járművön is igénybe kívánjuk venni. Ezek nem szükségszerűen közvetlenül közlekedési IKT alkalmazások, csak járműre telepített IKT alkalmazások (pl. telefonálás és multimédia az autókban, internetelés a vonaton stb.). Kritikus lehet az információ kezelés figyelem elvonás nélküli megvalósítása.
- Jármű-, és alkatrész-azonosítás, illetve -követés, lopásvédelem (pl. fémtárgyakba lézerrel beírt, és elektromágneses elven kiolvasható logisztikai kód alkalmazása).

6.2.7. TERMELÉSIRÁNYÍTÁSI ÉS LOGISZTIKAI RENDSZEREK

Napjaink gyártórendszerei *gyorsan változó, bizonytalansággal terhelt környezetben* működnek. *Növekvő komplexitás* a másik jellemző, mely a gyártórendszerekben, a gyártási folyamatokban és a vállalatstruktúrában egyaránt jelentkezik. Fontos tényező, hogy az *autonóm, egymással részben versengő, részben kooperáló elemekből álló elosztott alrendszerek* a tervezési, gyártási, szervezési, logisztikai lánc minden elemében jelen vannak, és szerepük, részarányuk egyre erősödik. Végül, de nem utolsósorban, a gyorsan változó piaci hatásokra, a külső és belső változásokra és zavarokra a vállalatoknak az adott probléma természetének *megfelelő gyorsasággal, valós időben kell reagálniuk*.

A vállalatok digitalizálása teremti meg a célok elérésének alapját. A legfontosabb kulcsszavak: *integráció és optimalás*, a lehető legjobb műszaki-gazdasági megoldások megtalálására, *intelligencia* a változások és zavarok kezelésére, *autonómia és kooperáció* a komplexitás, és *valósídejűség* a rendszerek gyors reakcióképességének a biztosítására. A fenti témák, melyek művelése interdiszciplináris felkészültséget igényel, a nemzetközi kutatások homlokterében állnak. A felsorolt tulajdonságokkal rendelkező jövőbeli gyárakat „*digital smart factory*”-ként emlegetik.

A hazai vállalatok digitalizáción alapuló gyors válaszadási képessége, a változások és zavarok kezelésére szolgáló képessége a hatékonyság és a *túlélés létkérdésként* jelentkezik, mégpedig a vállalati méretekéntől függetlenül. Olyan megoldásokra van igény, melyek jól használhatók a *globalizált nagyvállalatokban* és a velük együttműködő *kis- és középvállalatokban* egyaránt. A gazdaságosság érdekében – elsősorban az utóbbiaknál – a megoldásokat *szolgáltatásként (service formájában)* is érdemes nyújtani.

A gyártási folyamatok, a gyártórendszerek és a termelési-logisztikai struktúrák akár közelítő leírása is csak sokváltozós, heterogén, nemlineáris, hibrid modellekkel képzelhető el. Ezen elosztott műszaki-gazdasági rendszerek az ember által létrehozott legbonyolultabb rendszerek közé tartoznak, tervezésük, irányításuk, optimum-közeli működtetésük sokszor NP-bonyolultságú problémákat vet fel.

A tervezett kutatások fő célja olyan megoldások keresése, amelyek alkalmasak ezen *változó, bizonytalansággal terhelt* környezetben működő, *összetett* műszaki és gazdasági rendszerek *valósídejű* kezelésére, egyensúlyt teremtve az *optimalizálás, autonómia és kooperáció* terén.

Az e-technológiákra koncentrálna, elsősorban a következő fontosabb kutatási területek emelendők ki, figyelembe véve, hogy a problémák – megoldási lehetőségeikkel együtt – jórészt hasonlóak a különböző iparágakban:

- Digitális vállalati technológiák
- Termelési hálózatok kollaboratív modellezése, tervezése és irányítása
- Új koordinációs modellek és információs protokollok
- Valós idejű transzparencia termelési és logisztikai rendszerekben
- Adatbányászat termelési és logisztikai adatbázisokban
- Intelligens döntéstámogató rendszerek
- Intelligens érzékelők és érzékelő rendszerek (pl. infravörös spektrométer, fluoreszcencia és hőmérséklet mérése alapján működő intelligens szenzorrendszer üvegházi növények nagy mintaszámú monitorozására)
- Hálózatfelügyelet intelligens mozgó ágensekkel
- Intelligens energiaellátó hálózatok.

A termelési és a hozzátartozó logisztika interdiszciplináris és az iparágak tekintetében horizontális volta abban is megmutatkozik, hogy a felmerülő problémák és megoldási lehetőségek az itt felsorolt alkalmazás-orientált kutatási irányok többségében megjelennek.

6.2.8. MÉRNÖKI- TUDOMÁNYOS TERVEZŐ RENDSZEREK

A mérnöki számítógépes tervezőrendszerek először a számítógépek bölcsőjénél, a villamosmérnöki szakterületen jelentek meg. Ezen a téren a BME kutatói úttörő munkát végeztek: az itt kifejlesztett első nemlineáris áramkör-szimulációs program (TRANZ-TRAN, 1969) egy évvel megelőzte az azóta világszerte elterjedt és *de facto* ipari szabvánnyá vált SPICE programot. Az integrált áramkörök rohamos fejlődése már a 70-es években kikényszerítette ezen áramkörök számítógépes tervezését: nem csak az áramkör működésének szimulációja terén, hanem a teljes tervezési folyamat mentén (a végső, maszk készítésre alkalmas IC layout megtervezésével bezárólag), létrehozva egy új diszciplínát, a *számítógéppel segített tervezést* (CAD – *computer aided design*). A kezdeti, egymástól független szimulációs és tervező programokat később keretrendszerbe integrálva megszülettek az IC tervező rendszerek, az ún. *design framework*-ök és a számítógéppel segített tervezés módszertana kiterjedt a villamosmérnöki szakterület szinte teljes egészére. Az új alkalmazási területek (pl. nyomtatott huzalozású lemezek tervezése) mellett egyre magasabb absztrakciós szintre terelődött a tervezési folyamat, és megjelent a magas absztrakciós szinttől induló, az IC-k végső fizikai terveivel záruló automatikus tervezés, a *hardverszintézis*. Ezen organikus fejlődés mentén megszületett egy teljesen új és máig is nagy tempóban fejlődő iparág, az *EDA* (*electronic design automation*). Az EDA ipar legfontosabb globális szereplője 3 cég (Cadence, Synopsis, Mentor), amelyek közül a Mentor nem csak kereskedelmi részleggel, hanem fejlesztő részlegekkel is jelen van Magyarországon.

A mai elektronikai tervezésre a nagyon magas absztrakciós szintű tervezés a jellemző – a hardver-szoftver particionálásra vonatkozó döntést az impelementációs folyamat későbbi fázisába halasztva. Jellemző a hardverleíró nyelvek (*HDL – hardware description language*, pl. VHDL vagy Verilog) használata és új elemként jelent meg az elmúlt néhány évben a magas szintű programozási nyelvek

hardvertervezésben való alkalmazása (pl. SystemC, Catapult-C), ezzel is előmozdítva a hardver-szoftver együttes tervezést (*HSCD: hardware-software co-design*).

Az IC-k integráltsági fokának máig töretlen fejlődése (Moore-törvény) következtében egyre nagyobb disszipáció sűrűség alakul az IC csipek felszínén, felvetve az áramkörök tervezése során a termikus problémák figyelembevételét (túlmelegedés elkerülése). Így a máig is kurrens *hardverszintézis* és *hardver-szoftver együttestervezési* problémák mellett megjelent a *thermal-aware* vagy *temperature-aware* design fogalma az EDA iparon belül. Ezen a területen a BME jelenleg élvonalbeli kutatásokat végez és számos, már iparilag hasznosított eredményt is elért, szoros együttműködésben az EDA ipar egyik globális szereplőjével (Mentor Graphics).

Egyéb mérnöki diszciplínák területén a mérnöki „tervező” rendszerek kezdetben a számítógépes tervfeldolgozást támogatták. A CAD betűszó ebben az esetben a Computer Assisted Drafting-ot (számítógéppel támogatott rajzolás) jelentette, egy 2-dimenziós, síkbeli, számítógépvezérelt rajzautomata (plotter vagy printer) felhasználói interfészeként.

A hardver- és szoftvertechnológia fejlődésével ma a gépészet, építészet stb. területén is a CAD a *számítógéppel segített tervezést* (Computer Aided Design) jelenti elsősorban. A tervekészítés számítógépen történő folyamata a tervezők egymás közti, valamint a kívülállókkal történő vizuális kommunikációt, számítási végzését, valamint a tervedokumentáció előállítását segíti elő. De sok mérnöki területen a CAD programok a gyártási folyamatokkal kapcsolódnak össze. (CADM, Computer Aided Design and Manufacturing)

Az általános célú CAD programok mellett a különféle mérnöki szakterületek tervezési sajátosságainak megfelelően kialakultak a speciális CAD rendszerek. Az elektronikai, gépészmérnöki, építő- és építészmérnöki CAD alkalmazások sajátos fejlődési irányt követtek (lásd pl. az EDA áttekintését a bevezetőben).

A gépészmérnöki rendszerekben a (tárgy- vagy alkatrész)modellezés és gyártás támogatása került előtérbe. Az építőmérnöki alkalmazásokban a szerkezetek méreteinek és méretezési számításainak optimalizálása kapott kiemelt hangsúlyt.

Az építészeti CAD-et (CAAD, Computer Aided Architectural Design) az általános célú CAD rendszerektől az különbözteti meg, hogy a tervezendő *épület digitális modelljének* megépítése során a felhasználó az építészeti tervezés szerkezeti elemeivel dolgozik (falak, födécek, ajtók, ablakok, burkolatok, stb.), majd az eredmény megjelenítésekor *fotorealisztikus képet, látványtervet* készít.

A villamosmérnöki CAD rendszerek az elektromágneses elven működő eszközök tervezését és optimalizálását támogatják. Azonban nem szabad megfeledkezni arról, hogy a diagnosztikai alkalmazásokban (pl. elektromágneses elvű roncsolásmentes anyagvizsgálat, modern orvosi diagnosztika, stb.) közvetve bár, de lényegében ugyanezen szoftver-rendszerek elemeit használjuk.

Mindegyik mérnöki tervező program sajátossága, hogy a tervezett, digitális modellként létező objektumokat különféle hatásoknak lehet kitenni: szimulációs eljárások végrehajtásával, ezek eredményét értékelve a tervet iteratív módon lehet készíteni.

A CAD programok professzionális használatosságát a GUI (Graphical User Interface), a felhasználói/kezelői felület nagy mértékben meghatározza. De egyre inkább előtérbe kerül a *dinamikus felhasználói interakció* lehetősége. A CAD programokkal tervezett szerkezetek, épületek, objektumok

hasonló fejlődési folyamaton mennek át a tervezés során, mint a számítógépes programok: a CAD alkalmazásokra kifejleszthető *verziókövető rendszerek* nagy mértékben segítik a csoportmunkát.

Ugyancsak nagy érdeklődéssel tekinthetünk a tervezőprogramok multimédiás kimenetére: a tervek 3-dimenziós megjelenítése a valós térbeli hatás érzékeltetésére, a 3-D-s mozifilmek analógiájára rövidesen elérhető lesz a renderelő (képmegjelenítő) eljárásokban.

A BME Építészmérnöki Karán a perspektíva láthatósági algoritmusára vonatkozóan készültek kutatások és alkalmazói programfejlesztések. Ezek közül a 80-es években készített *TRIAS rendszer* volt egyedülálló, korát megelőzve a ma *Scripting Architecture*-nek nevezett tervezői eljárást natív módon támogatta.

Ugyancsak nemzetközi érdeklődésre számot tartó kutatás a *pixel/voxel additív algoritmus* fejlesztése, amely a BME Építészeti Ábrázolás tanszékén Peredy József nevéhez köthető.

A CAD/CAAD programok széles körű piaci elterjedése után az elmúlt 10 évben a kutatási tevékenységek az alkalmazói programok *szoftverintegrálási kérdései* felé irányultak az építészeti CAD területén.

A mérnöki tudományos és tervező megoldások között igen fontosak a végeselemes módszerek. Matematikailag parciális differenciális egyenletek és integrálegyenletek numerikus megoldására szolgáló alkalmazások. Lényegük a mérnöki területeken, hogy a vizsgált vagy tervezett objektumot elemi egységekre bontva írjuk le, alkalmazzuk a modellezés során, számítjuk ki annak viselkedését. Nagyon fontos alkalmazási területek az építészet/építőmérnöki tudományok (pl. héjak, bonyolult rácsos szerkezetek, alapozások stb. tervezése), gépészeti elemek (pl. járműipar) tervezése, áramlási modellezés, de akár a digitális felszínmodellezés is. Manapság a nagyobb teljesítményű számítógépes szoftverekkel dinamikusan viselkedő végeselemes vizsgálatok végezhetőek egészen extrém felbontású elemhálón. Ilyen alkalmazások a járművázak, karosszériák, valamint a hídelemek modellezésében és tervezésében fordulnak elő. Kutatási témák művelésére és az eredmények közeli megjelenésére a BME-n az alábbi területeken számíthatunk:

- Thermal-aware elektronikai tervezés, hardverszintézis
- Virtuális gyártás
- Megmunkálási folyamatok és a gép-munkadarab interakció szimulációja
- A termelés-tervezés és –ütemezés integrációja
- Nagyméretű optimalizálási problémák (pl. ütemezés) támogatása
- Emergent synthesis
- Multimédia és e-technológia az építészeti tervezésben, építéshelyi e-technológiák
- Szerkezettervezési alkalmazások
- Épület-áramlástechnikai elemzések (hő, páratartalom zaj stb)
- Vízáramlási modellezések, szimulációk, tervező rendszerek

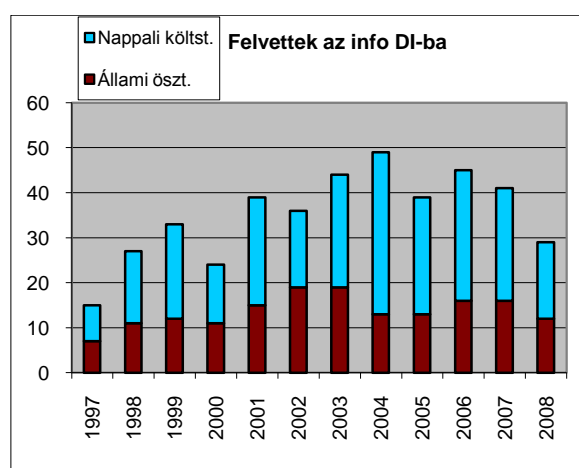
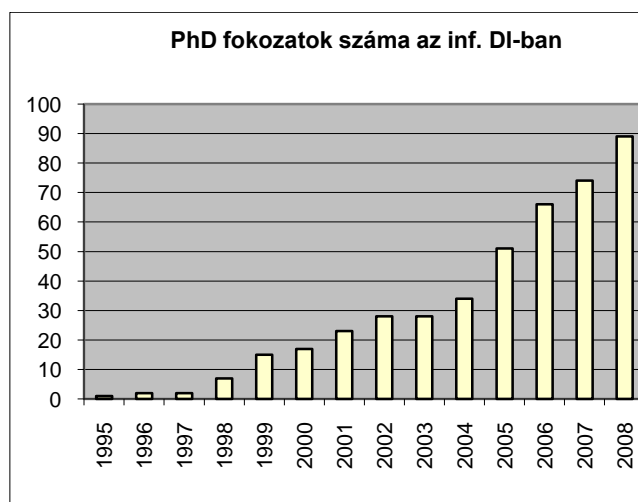
- Összetett mérnöki szerkezetek végeselemes elemzési környezetei
- Biomolekulák 3D modellezése, biológiai hatás molekuláris szintű megértése, kvantumelméleti alapokon, sűrűségfunkcionál elmélet alkalmazásával.
- Számítógéppel segített, elektromágneses elvű anyagvizsgálat, minőség-ellenőrzés és diagnosztika
- kísérlettervezés alkalmazása szimulációs adatbázisok létrehozására, gyors meta-modellek alkalmazása a szimulációban
- GPU alkalmazása a nagy számításigényű szimulációs feladatok megoldására.

7. INNOVÁCIÓS POTENCIÁL ÉS ERŐFORRÁSOK FEJLESZTÉSE

7.1. HUMÁN ERŐFORRÁSIGÉNY, ANNAK BIZTOSÍTÁSA

A kutatás-fejlesztés-innováció szempontjából⁶ az intézményi siker egyik alapfeltétele a megfelelő innovatív és kreatív ember-kapacitás. A kutatásban kiválósági szempontok és kritériumok alapján szükséges biztosítani a tudományos kutatások feltételeit. A minőség legyen a fő szempont a társadalmi-gazdasági kihívások, a nemzeti értékek kutatásában, valamint a közérdekű – a vállalati szféra közvetlen érdekeltségébe nem tartozó – kutatások esetében is. A BME alapvető érdeke, hogy minél több BME kutató vegyen részt a nemzetközi együttműködési hálózatokban és kapcsolódjon be az új globális kihívások kutatásába, hasznosításába.

Az IKT területén a BME Informatikai doktori iskola statisztikai adatai a következők:



⁶ Kutatás-fejlesztési és Innovációs Támogatások Forrástérképe 2010

A Ph.D képzés szempontjából alapvető feladata a BME-nek, hogy a doktori képzés kihozatala javuljon. Ez alapvetően két mutató mérésével és javításával érhető el. A két mutató: A fokozatot szerzett hallgatók aránya a felvett hallgatókra és a fokozatszerzési idő átlaga. A grafikonokból egyértelműen látszanak ezek a mutatók. Jelenleg a Ph.D fokozat szerzési ideje 5,1 év. Ez a szám csökkenthető. A doktori iskola intézkedési elképzelése a következő:

A témavezetők eredményességét több az alábbi módokon szeretnénk növelni⁷ (Forrás: :

- A témavezetés eredményességét számszerűsíteni és az ehhez tartozó adatokat begyűjteni, illetve a témavezetőkkel tudatni, hogy ilyen típusú monitorozás része a doktori iskola működésének;
- A témavezetés eredményességi mérőszámainak nyilvánossá tétele a témakiírásnál (ez visszahat a doktori hallgatók adott témavezetőhöz való jelentkezésére)
- Az eredményes témavezetés elismertségének növelése (anyagi és más kari eszközökkel)
- A hosszú ideje eredménytelen témavezetők témakiírásának korlátozása (pl. ha még sok a folyamatban lévő doktori hallgatója, akkor csak ezek fokozatszerzése után lehet témát kiírni).

Az eredményességet a jelöltek oldaláról a következő faktorok javíthatják:

- A BME Doktori Szabályzat követelményeivel összhangban, az évenkénti átvilágítás szempontrendszerének a kidolgozása és bevezetése (ezzel egy világos előrehaladási menetre fűzhetők fel a doktori tanulmányok és az elmaradások időben észlelhetők)
- Az egyetemi „poszt-doktoranduszi” ösztöndíjjal összhangban kari ösztöndíjak biztosítása fokozathoz közel lévő hallgatóknak.
- Lehetőség szerint a doktori iskola nemzetközi jellegének a növelése (pl. külföldi bírálók ...etc.)

A fokozatszerzés után egyetemünkön maradó hallgatók viszonylagosan magas száma (29,44%) a tudományos utánpótlásunk fontos részét képezi. Ez egyrészt erősség, mivel az egyetemi szakmai és tudományos értékrend alapján tudjuk oktatásunk és kutatásaink színvonalának a folytonosságát biztosítani. Ugyanakkor ügyelni kell arra, hogy ez ne vezessen „belterjes” folyamatokhoz, azaz, hogy az egyetem új, kívülről jövő értékeket és megközelítéseket is tudjon integrálni, amelyek tovább segítik a folyamatos megújulásban.

7.2. INFRASTRUKTÚRÁLIS FELTÉTELEK FEJLESZTÉSE

⁷ BME VIK Informatikai Tudományok Doktori Iskola Önértékelése MAB AZ:136

Az infrastrukturális feltételek fejlesztése a K+F eszközök illetve a K+F információ hozzáférés áttekintését igényli: Műszerek, technológiai berendezések, szoftver licenszek és hardver eszközök, a kutatási infrastruktúra egyetemiszintű optimális felhasználása, láthatóvá tétele.

7.3. TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK HASZNOSÍTÁSA

A TÁMOP pályázatban a BME által vállalt célok között szerepel az eredmények viszonylag hosszabb távú hasznosítása. A megszülető tudományos eredmények kapcsán úgy látjuk, hogy három témakörben várható azok hasznosulása.

A kutatásban az eredmények egyrészt a vállalt indikátorok teljesítését jelentik, ám azokon túl is hatnak. A kutatási feladatok elvégzése során a bevont kutatócsoportok és egyéni kutatók által felvetett problémák és talált megoldások újabb témákat indukálnak, melyekre a jövőbeli pályázati feltételek ismeretében lehet pályázatokat írni, konzorciumokat alkotni. A további kutatási témák megjelenése a fokozatosság elve mentén biztosítja az egyetemi kutatóknak szellemi kapacitásuk folyamatos kihasználását.

Az IKT területén feltárt igények, lehetséges kutatási irányok túlnyomórészt interdiszciplinárisak, vagyis több egyetemi karról összeálló kutatócsoportoknak kell a konkrét munkát elvégezniük. Ez azt jelenti, hogy együttműködés jön létre az adott témákban, ez a fajta klaszterképződés pedig az egyetemi szervezeti egységek közötti kohéziót növeli. Hasonló jelleggel lehet elképzelni azt is, hogy a jelentősebb kutatócsoportok a jelenlegi tudásközpontokat erősítik, vagy esetlegesen jövőbeli tudásközpontokat hozzanak létre.

A gondosan mérlegelt és kiválasztott tématerületeken potenciálisan az eredményekkel nemzetközi szinten is értékelhető K+F+I láncok indíthatók. Ez megteremti annak az alapját, hogy a BME kutatócsoportjai Európai Unió vagy más nemzetközi finanszírozású kutatások/konzorciumok részesei lehessenek.

A kutatásban belső egyetemi használatra szánt eredményközlési és értékelési módszertan mindenképpen a jövőre nézve kiváló megmaradó hasznosításnak nevezhető.

Az innováció során kapott eredmények hasznosításának kiváló terepe az egyetemmel szoros kapcsolatban álló és maradó spin-off cégek létrejötte. Ezeknek a vállalkozásoknak elsődleges feladatuk piaci körülmények között az egyetemi vagy egyetemhez köthető inkubációs feltételek mellett megszületett eredmények hasznosítása. Amennyiben ezen cégeknél az egyetem tulajdoni hányadot tart meg, az egyetem érdekei (hírvetés, esetleges bevételek, hivatkozások, további együttműködések stb.) tartósan érvényesülnek, míg a kicsiny vállalkozások a jól csengő BME „brand”-et használhatják. A szimbiózisnak köszönhetően adott feltételek mellett az egyetem szintén hivatkozhat az általa létrehozott spin-off vállalkozásra.

Az eredmények hasznosításának majdnem legkézenfekvőbb területe az oktatás. A tudományos munkában megszerzett tapasztalatokat az oktatásban működő kollégák átadják a hallgatóknak, bevonják őket egy-egy részprobléma megoldásába, így versenyképes tudással szerelhetik fel őket. A nemzetközi mércével mért kimagasló eredmények külföldi elismerést vívnak ki az oktatásban is, BSc-s, MSc-s és PhD-s képzésünk ennek megfelelően nemzetközi szinten is versenyképes lesz. Az

oktatásban így az eredmények egészen hosszú távon hasznosulnak, megőrizve a BME elitegyetemi besorolását.

7.4. KÜLSŐ IPARI ÉS INTÉZMÉNYI KAPCSOLATRENDSZER

A 90-es évek közepén látható volt, hogy az informatika, mint iparág előretörése, az iparban elterjedt rendszerek sokszínűsége, változásuk gyors üteme, a fiataloknak fontos szerepet szánó szakember gárda kialakításának igénye a korábbiaknál nagyobb mértékben lapolta át az ipar és az egyetem érdekerületeit. Ez az egyetem számára egyszerre fogalmazott meg nagyobb kihívásokat és a magasabb ipari támogatások lehetőségét. Oktatásunkat először is igyekeztünk olyan szempontból megújítani, hogy a végzett hallgatók az elméleti felkészültségen felül rendelkezzenek alkalmazói szintű rendszerismeretekkel is. Az elméleti felkészültséget olyan jellegű ismeretekkel kellett megerősíteni, amelyek a későbbi rendszerek alkotói megismeréséhez is alapot tudtak adni a hallgatóknak. Az oktatási teendőink folyamatos számbavétele mellett, erre mindenkor alapozva, ki kellett alakítanunk az ipari kapcsolatainkat is. Az IKT területén több hazai és nemzetközi céggel működünk együtt. Ez az együttműködés 15-20 éves múltra tekint vissza. Az együttműködő cégek közül megemlíthjük a: Ericsson, Microsoft, INNOMED, ORACLE, IBM, Intel, Rober Bosch, ThyssenKrupp Presta, Samsung, Mavir, Morgan-Stanley, Nokia-Siemens-Network, AUTODESK, HP, Magyar telekom, stb. Ezek az ipari cégek az egyetem több tanszékét is támogatták, eszközparkkal, szoftver licencekkel és K+F+I megbízások útján. Több céggel az egyetem pályázatot nyert, akár tudásközpont formájában, akár kisebb volumenű pályázatok keretében.

Stratégiai szempontból fontosnak tartjuk, hogy ezek a kooperációk az egyetem és az ipar között a jövőben is prosperáljanak, és terjedjenek ki minden innovatív cégre. Mindezek az egyetemi K+F+I színvonalát biztosítják, illetve emelik. Ezen törekvéseinkben szorosabb kapcsolatot alakítottunk ki az IVSZ-szel, mint az iparág autentikus képviselője.

7.5. BME KIEMELT KAPCSOLATRENDSZERE (Belső KAPCSOLATRENDSZER, INNOVÁCIÓS MÁTRIX)

Az intézményi kereteken belül az Intelligens környezetek és e-technológiák mellett a következő kiemelt kutatási területek kerültek nevesítésre:

- Fenntartható energetika (FE)
- járműtechnika, közlekedés és logisztika (JKL),
- biotechnológia, környezet-, egészségvédelem (BEK),
- nanofizika, nanotechnológia, anyagtudomány (NNA),

Ezek a kutatási területek számos téma esetében átfedik egymást, így kiemelten fontos

- az átfedések azonosítása,
- az együttműködés intézményesítése,

- információs csatornák kialakítása.

A közös (átfedő) kutatás területek vonatkozásában a következő. *ábrán* látható K+F+I mátrix szolgál felvilágosítással, melyben feltüntettük azokat a témákat, ahol az egyes kiemelt kutatási területek résztvevőinek együttműködése célszerű.

	JKL	BEK	NNA	FE
IKT	Közlekedési eszközök és rendszerek.	Egészségipari és egészségügyi alkalmazások, bioszenzorok.	intelligens anyagok, intelligens szenzorok.	intelligens épületek, smart grid, korszerű folyamatirányítás és folyamatszimuláció, energia takarékos infokommunikációs megoldások.

A kiemelt kutatási területek K+F+I mátrixa az átfedő témákkal

7.6. EGYÉB, MÉGPEDIG...

Az IKT vitathatatlanul a gazdasági fejlődés egyik fő motorja. Ugyanakkor ennek a területnek a tematikai megújulása meglehetősen rövid ciklusidővel következik be, és ez a tény különleges felelőséget ró a felsőoktatásra, különösen a mester és doktorandusz képzés vonatkozásában.

8. FORRÁSIGÉNY, FINANSZÍROZÁS, PÉNZÜGYI TERV

8.1. A TERVEZETT FEJLESZTÉSEK KÖLTSÉGEINEK BECSLÉSE

A fejlesztések a TÁMOP pályázatban rögzített vállalások figyelembe vétele mellett folyamatban van. A költségek becslése során elsősorban a humánerőforrás és az infrastrukturális fejlesztések által megjelölt igényekre támaszkodunk.

Az IKT kiemelt kutatási területen minden kar jelen van kisebb nagyobb súllyal. Így a szükséges fejlesztések felmérése további időt igényel.

8.2. A LEHETSÉGES FORRÁSOK AZONOSÍTÁSA, TERVEZÉSE, KAPCSOLÓDÁS A NEMZETI/EU/NEMZETKÖZI TÁMOGATÁSI/EGYÜTTMŰKÖDÉSI RENDSZEREKHEZ.

Az IKT területen folyó projektek bevétele jelenleg eléri a 2 milliárd forintot évente. Ez az összeg az IKT területen magába foglalja a hazai és nemzetközi pályázatok, illetve ipari megbízások összegét. Meg kell találnunk az ipar képviselőivel közösen az újabb kitörési pontokat a tovább lépéshez .

9. ÜTEMEZÉS

Az IKT kiemelt kutatási terület keretén belül a rövid távú (1-3 év) feladatok a következők:

- a kutatási projektek meghatározása, kidolgozása, kutatócsoportok felállítása, kutatási erőforrásigény átfogó felmérése, részletes munkaterv kidolgozása;
- a stratégiai dokumentumban megfogalmazott szakmai irányok megvitatása az iparral
- a BME IKT stratégiájának harmonizálása a kormányzati IKT stratégiával,
- a nemzetközi kapcsolatok erősítése, új kapcsolatok keresése,
- a BME informatikai infrastruktúrájának tovább fejlesztése,
- publikációs tevékenység hatékonyabbá tétele
- egy e-egyetem koncepció kidolgozása
- szellemi tulajdon kezelési szabályzat megalkotása a született eredmények job hasznosítása érdekében,
- a született eredmények láthatóvá kell tenni a hazai és nemzetközi cégek számára
- “papírmentes” modellek kidolgozása

A középtávú (3-6 év) feladatok a következők:

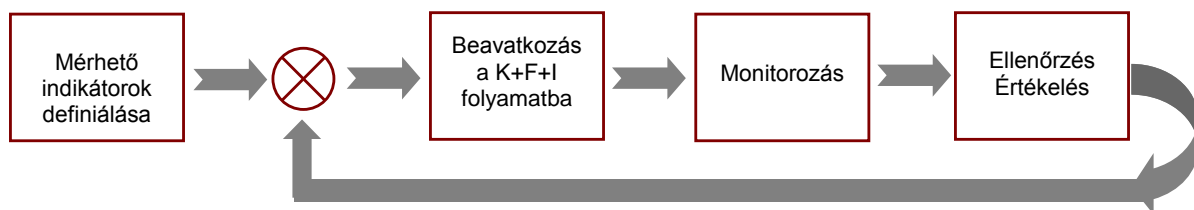
- a többi kiemelt kutatási területeken született eredmények integrálási lehetőségeinek vizsgálata, és az IKT terület eredményeinek felkínálása a többi terület számára,
- a nemzetközi kapcsolatok erősítése, új kapcsolatok keresése,
- szakterületspecifikus alkalmazásokhoz szoftver és hardver technológiai megoldások kidolgozása,
- az innováció kultúrájának terjesztése az egyetemen
- az eredmények ismertetése és ütköztetése az ipar szereplőivel
- bekapcsolódás az európai IKT digitális agenda munkájába
- papírmentes modellek kidolgozása kezdve az egyetemi szinten való megvalósításával

A hosszú távú (6-10) feladatok a következők:

- A született eredményekre építve újabb projektek, belső fejlesztések és kutatások indítása
- az elért IKT eredmények megvalósítása ipari partnerekkel
- a humán erőforrás- és infrastrukturális fejlesztések

10. MONITOROZÁS

A Nemzeti Kutatási és Technológiai Hivatal (NKTH) 2008-ban [20] egy iránymutatást adott a különböző finanszírozott pályázati projektek követésére és monitorozására. Az iránymutatás célja a projektek pénzügyi és szakmai szempontból történő ellenőrzöttségének garantálása. Ezt a törekvést BME szinten is érvényre kell juttatni a projektek megvalósítása során. Minden projektnek (pályázati vagy külső megbízási) van egy indikátori rendszere, ami a teljesítési ellenőrzés alapjául szolgál. Az IKT területén, az egyéb kiemelt kutatási területekhez hasonlóan, a stratégiai dokumentumok tartalmazzák azokat a támpontokat, amelyek alapján az egyetem vezetése garantálni tudja a minőségi teljesítést a különböző K+F+I projektek terén. A monitorozás bemenete az indikátor rendszer általános és projekt specifikus formában. A projektek működésének ellenőrzési folyamata a következő ábrával szemléltethető:



A BME kutatóegyetemi és TÁMOP pályázataiban indikátorok szerepeltek, amiknek a teljesítését a BME elvállalta. Ezeknek az indikátoroknak a minőségi teljesítése az egyetem alapvető érdeke. Ez ugyanakkor a finanszírozó felé vállalt kötelezettségen túlmenően mintául is szolgál arra vonatkozóan, *hogy a BME későbbi pályázatokban és projektekben is hasonlóképpen járjon el.* Ez a pályázat lehetőséget biztosít a BME-nek, hogy olyan **monitorozási rendszert** fejlesszen ki és alkalmazzon, ami garantálja a minőségi teljesítést és a tanulságok alapján érvényesíteni ezt a rendszert későbbi projektekben egyetemi szinten.

A monitorozás szükségessége a projekt életciklusában több ponton és több tekintetben merül fel:

- Átláthatóság biztosítása finanszírozó felé a beszámolási kötelezettségek teljesítésének formájában.
- A monitorozás alapozza meg az intézményi „policy” irányvonalak feltérképezését, kialakítását és fejlesztését.

- A projekt teljesítésére vonatkozó kockázatok kezelése a minőségi kontrollon valósul meg, megteremtve a lehetőséget a beavatkozásra.
- Új folyamatvezérlési kultúrát és fürgébb változásmenedzsmentet eredményez
- Az intézményi policy” megerősítése, a program célok eléréséhez, valamint a projektmunkához kapcsolódó kultúra kialakításának illetve változtatásának elősegítése.
- Az eredmények megismertetése, bemutatása.

Vegyük mintának a kutatóegyetemi pályázat, illetve a TÁMOP vizsgálati szempontjai:

- Kutatási kapacitás helyzete:

minősített oktatók aránya az összes oktatóhoz képest, infrastruktúra színvonala, részvétel nemzetközi és hazai folyóirat szerkesztőségek munkájában, szakmai szervezetekben betöltött tisztségek, tudományos és szakmai díjak, kitüntetések, illetve elismerések száma.

- Doktori képzés és tehetséggondozás helyzete:

Doktori iskolák száma, törzstagok száma a doktori iskolákban, PhD hallgatók száma, OTDK helyezések és Pro Scientia aranyérmek száma, mentor és tutor programok számossága, nemzetközi mobilitási programokban való részvétel, idegennyelvű képzések száma.

- Teljes munkaidős oktatók publikációs tevékenysége scientometriai megközelítésben.
- K+F+I támogatások és bevételek nagysága.
- Vállalási program minősítése: a program és megvalósíthatóságának minősítése.

Ezekben a pályázatokban a következő indikátorok vannak definiálva:

- Minősített oktatók aránya és annak javítása
- Publikációk minősége és mennyisége
- Monográfiák
- Szabadalmak és K+F+I láncok indítása

A monitorozás eszközei:

- Mérföldkövek: havi, illetve negyedévi szinten a projekttől függően
- Teljesítmény **indikátorok**: Született publikációk, monográfiák, doktori értekezések, innovatív prototípusok
- Az **eredmények beszámoltatása**: A projektben résztvevő kutató csoportok szintjén

- Minőségi kontroll: A született eredmények minőségi ellenőrzése és értékelése.

Az irodalomban találkozunk a „SYSTEM” fogalommal, amit a Dr. Alp Esin) 97/2.39-42. oldalon tanulmányában találunk. Ez a fogalom hat tényezőt ismertet a minőségi rendszer építéséhez. Ezek az elemek a következők:

- **Sincere** őszinték
- **Yours** magukénak érezzék
- **Serious** komolyak
- **Teamwork** csapatmunka ösztönzése
- **Enthusiasm** lelkedéssel
- **Motivation** motiválással

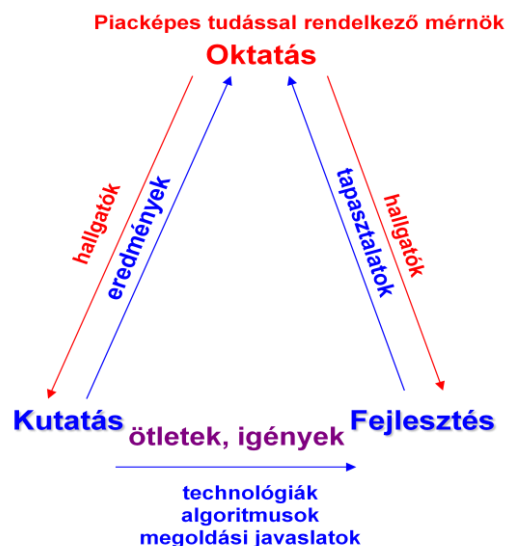
Ez egy kiinduló alap lehet a minőségi ellenőrzéshez az egyetemen. Ezeket a tényezőket az egyén és a kutatócsoport szintjén lehet értelmezni.

Rektori szinten egy állandó – értékelő, elemző csoport működtetése lenne szerencsés, amely ellenőrzi, ellenőrzi a K+F pályázatokat és projekteket, valamint a kutatási és innovációpolitikát közvetetten serkentő, támogató intézkedések határfokát, egyidejűleg jövőkutatást végez, technológia előrejelzéseket készít. A javaslatok (ill. tanulságok) visszacsatolása révén a rektor folyamatosan korrigálhat, beavatkozhat a koncepció alakításába.

Összefoglalásként azt állíthatjuk, hogy minden projekt indításánál az indikátorokat és teljesítési kritériumokat kell alapul venni és ehhez definiálni az ellenőrzési mérőszámokat és beavatkozásokat. Azt javasoljuk, hogy az egyetem egy informatikai rendszert fejlesszen ki a monitorozási folyamat támogatására.

11. HATÁSELEMZÉS

A BME mint felsőoktatási és kutatási intézmény a tevékenysége három pilléren alapszik: oktatás, kutatás és fejlesztés. Ez a háromszög adja a tevékenységek közötti hangolás alapját és hasonlóképpen mind a három tevékenységben lehet más-más siker indikátorokat definiálni. Az oktatás terén középpontban van a képzés színvonala, illetve a végzett mérnökök az iparban hasznos elméleti és gyakorlati felkészültségi és tudás szintje. A kutatás terén alapvető a minősítési minőség és mennyiség a doktori programjaiban, illetve a színvonalas publikációkban. Ez a mérőrendszer a fejlesztésben jórészt a született know-how és alkalmazási halmaz számában és innovatív minőségében mérhető. A TÁMOP pályázat hatására az eredmény látható lesz egyén, kutató-csoport és egyetemi, hazai, európai és nemzetközi szinteken, természetesen más és más formában. A következő ábra mutatja a három tevékenység kapcsolatát.



A tervezett intézkedések hatásaként leginkább a kutatás fejlesztési humán és infrastrukturális környezet és képesség, a szolgáltató és innovációs szemléletmód és hajlam, a kutatói állások megtartási és esetleges minőségi bővítési lehetőségének, valamint a K+F+I személet és szerzett tudásanyag ipar felé és az oktatásba történő beépülésének fokozatos javulását a várjuk.

Egyetemi szinten várt hatás:

- Minőségi tudáskoncentráció, megkülönböztető képesség
- Igazolt kapacitások, képességek és lehetőségek
- Kiváló eredmények döntően az innováció korai szakaszában
- Szolgáltató egyetem

- Belső innováció, mint jövőkép
- Erőforrás igény
- A hallgatói vetület

11.1. A FEJLESZTÉS VÁRHATÓ EREDMÉNYESSÉGÉNEK ÉS HATÁSAINAK BECSLÉSE AZ INTÉZMÉNY ÉS A SZAKTERÜLET INNOVÁCIÓS KÉPESSÉGÉNEK JAVÍTÁSÁRA ÉS EREDMÉNYESSÉGÉRE.

A jövő:

- Halmozódó ipari tapasztalat
- Saját kutatási eredmények, belső innováció
- Tőkepiaci lehetőségek, ezek ismerete
- Vállalkozások alapítása (vagy ötlet értékesítés)
- Amiben nincs tapasztalat (amire nincs pénz?):
 - Szellemi tulajdonvédelem
 - Technológia transzfer
 - Külföldi ipari partnerkapcsolatok
 - Üzletfejlesztés
- Vállalatirányítás, fejlődési lehetőségek
- Az egyetemi befektetések megtérülése

11.2. OKTATÁS, KÉPZÉS, EGYÉB FELTÉTELEK (2-3)

A BME, mint felsőoktatási intézmény nagy figyelmet fordít az oktatásra. Az oktatás színvonala, illetve ennek megtartása és javítása az egyetemi vezetés egyik stratégiai célja, mint befektetés a jövőbe. Minden az egyetemen belüli tevékenység hatással van a képzésünk színvonalára. A BME kutatóegyetemi és TÁMOP pályázat vállalásaiban fontos szerepet kapott a humán erőforrás és infrastruktúra fejlesztés az elméleti és alkalmazott kutatás mellett. Ezek a szempontok az oktatás színvonalára is erős hatással vannak.

A stratégiai dokumentum nem tér ki az oktatási kérdésekre. Itt alapvetően a hatást elemezzük, hogy a TÁMOP pályázatban vállalt feladatok elvégzése milyen hatással lesz az oktatásra. Ez egy iteratív megközelítés, mert a stratégia eleminek megvalósításához megfelelő képzettségű utánpótlás szükséges, a jobb képzés érdekében jól felkészült és színvonalas humán és infrastruktúrára van szükség.

Az IKT Kiemelt Kutatási Terület sikerét hosszabb távon a megfelelő mennyiségű és minőségű utánpótlás biztosítja. Ennek három szintje:

- közép-szintű képzettséggel rendelkező IT szakembereket megfelelő létszámban kibocsátó felsőfokú BSc képzés,
- magas-szintű képzettséggel rendelkező IT szakembereket megfelelő létszámban kibocsátó felsőfokú MSc képzés,
- önálló kutató-fejlesztő tevékenységre alkalmas IT szakembereket kibocsátó PhD képzés,
- inter- és multidiszciplináris szakok, képzési formák létesítése. a nem informatikai szakterületek felsőfokú képzése, ahol általános tájékozottság, alkalmazói ismeretek átadása, és legfontosabbnak a gondolkodásmód, a saját szakma modell alapú megközelítésének kialakítása a cél.
- Együttműködés az IKT ipar képviselőivel, hogy elegendő

12. FOGALOMTÁR

ARTEMIS	Advanced Research & Technology in EMbedded Intelligence and Systems
BME	Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
ÉMK	Építőmérnöki kar
ÉPK	Építészmérnöki kar
GPK	Gépészmérnöki kar
GTK	Gazdaságtudományi kar
KSK	Közlekedésmérnöki kar
TTK	Természettudományi kar
VBK	Vegyészmérnöki kar
VIK	Villamosmérnöki és Informatikai kar
BEK	Bio és egészségügy
FE	Fenntarthatú Energetika
JKL	Jármű, közlekedés, logisztika
NNA	Nanotechnológia
DDR _x	Double Data Rate SDRAM
DSM	Domain Specific Modeling
DSP	Digital Signal Processing
EAI	Enterprise Application Integration
e-VITA	e-VITA Nemzeti Technológiai Platform
FET	Future Emerging Technologies
FFT	Fast Fourier Transform
FPGA	Field Programmable Gate Array
GDP	Gross Domestic Product
GPU	Graphics Processing Unit
IKT	Információs és Kommunikációs Technológiák
IoI	Internet of Information
IoP	Internet of People
IoS	Internet of Services

IoT	Internet of Things
IP	Internet Protocol, Intellectual Property
KKT	Kiemelt Kutatási Terület
MANUFUTURE	European Technology Platform on Future Manufacturing
NESSI	Networked European Software and Service Initiative
NGN	Next Generation Networks
NKTH	Nemzeti Kutatási és Technológiai Hivatal
NoC	Network on Chip
NTP	Nemzeti Technológiai Platform
OASIS	Organization for the Advancement of Structured Information Standards
OMG	Object Management Group
OTDK	Országos Tudományos Diákköri Konferencia
PCIe	PCI Express
QoS	Quality of Service
QuickPath	Intel QuickPath Interconnect
RET	Regionális Egyetemi Tudásközpont
SaaS	Software as a Service
SATA	Serial ATA
SiP	System in Package
SOA	Service Oriented Architecture
SoC	System on a Chip
SPMT	Serial Port Memory technology
SWOT	SWOT analízis (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats)
TÁMOP	Társadalmi Megújulás Operatív Program
TSV	Through-Silicon Via
UML	Unified Modeling Language
VIK	Villamosmérnöki és Informatikai Kar
W3C	World Wide Web Consortium
WfMC	Workflow Management Coalition

13. FORRÁSOK

1. A Strategy for ICT R&D and Innovation in Europe: Raising the Game:
http://ec.europa.eu/information_society/tl/research/documents/ict-rdi-strategy.pdf
2. Waveney District Council ICT Strategy, 2009-2013, “Enabling business transformation”:
http://www.waveney.gov.uk/Downloads/ict_strategy.htm
3. REVISING EUROPE’S ICT STRATEGY: ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/ist/docs/istag-revising-europes-ict-strategy-final-version_en.pdf
4. European Digital Agenda: http://ec.europa.eu/information_society/digital-agenda/index_en.htm
5. eSkills Week major campaign to improve ICT skills in Europe:
http://insight.eun.org/ww/en/pub/insight/policy/network/eskills_week_launch.htm
6. ICT for Education in Europe and the new EU2020 Strategy - Policy and Practice:
http://www.slideshare.net/eden_online/ict-for-education-in-europe-and-the-new-eu2020-strategy-policy-and-practice-4517747
7. LISBON Strategy [EU2020]:
http://www.europeansummit2010.eu/documentacio_i_fitxers/documents%20de%20referencia/Manresa/Lisbon_ALH_ENG_Manresa2010.pps
8. Cyber-Physical Systems: <http://www.cra.org/ccc/docs/cps-summit.pdf>
9. eMobility European Technology Platform:
<http://www.emobility.eu.org/documents/EuropeanCommission/eMobility%20contribution%20to%20the%20Consultation%20on%20Future%202020%20Strategy.pdf>
10. SmartGrids: <http://www.smartgrids.eu/documents/vision.pdf>
11. Future Internet 2020: http://www.future-internet.eu/fileadmin/documents/reports/FI_Panel_Report_v3.1_Final.pdf
12. ICT Policy Formulation and Strategy Development:
<http://www.apdip.net/publications/ict4d/ict4dlabelle.pdf>
13. University of Oxford:
<http://www.ict.ox.ac.uk/strategy/events/CIO%20Briefing/Manchester-Mark.pdf>

Magyar anyagok:

14. Az intelligens, fenntartható és inkluzív növekedés stratégiája: <http://einclusion.hu/2010-06-14/eurpa-2020-stratgia/>
15. AZ INFOKOMMUNIKÁCIÓS TECHNOLOGIAK (IKT) SZEKTOR IPARPOLITIKAI AKCIÓTERVE: http://www.nfgm.gov.hu/data/cms2013543/IKT_Akcioterv.pdf

16. NESSI-Hungary platform: <http://www.nkth.gov.hu/aktualis-hirek-esemenyek/szoftver-szolgaltozasok-100504>
17. Artemis-Hungary platform: http://www.mit.bme.hu/aha/ARTEMIS_Strategia_2010-06-23_v3.pdf
18. Mobilitas es Multimedia Nemzeti Technologiai Platform: http://mmklaszter.com/wp-content/uploads/2009/12/SRA_executive_sum_fin2.pdf
19. MANUFUTURE-HU Nemzeti Technologiai Platform: http://www.gte.mtesz.hu/MANUFUTURE/strat_kut_fejl.pdf
20. NKTH monitorozasi anyagok: www.mtakszi.hu/Honlap/TLIPPENYI.ppt, www.nkth.gov.hu/hivatal/nkth-altal-tamogatott
21. Nyelv es beszédtechnologia platform: <http://www.hlt-platform.hu/>
22. Új Széchenyi Terv Vitairat: http://www.ngm.gov.hu/data/cms2068241/uj_szechenyiterv_vitairat.pdf
23. Kutatas-fejlesztési es Innovacios Támogatások Forrásterképe 2010 : <http://www.nkth.gov.hu/forrasterkep/kutatas-fejlesztési>