

# A KUTATÁS EREDMÉNYEI

## Biztonságkritikus diagnosztikai célú informatikai rendszerek kutatása

### 1. A kutatási projekt eredményeinek rövid összefoglalása

A kutatási projekt az elfogadott projekt tervnek megfelelően több egymáshoz kapcsolódó résztémát ölelt fel. Az egyes résztémákban elért eredményeket röviden ismertetjük ebben az összefoglalóban, az eredmények részletes leírása a jelentésben megadott publikációkban található.

Az elért eredmények tükröződnek a megjelentetett közlemények nagy számában, valamint a résztvevő kutatók előrehaladásában a tudományos ranglétrán. Jelen OTKA projektben résztvevők közül ketten PhD minősítést szereztek (Szilágyi László és Kovács Levente), egy résztvevő (Somogyi Péter) PhD eljárása folyamatban van és várhatóan ebben az évben lezárul. További négy résztvevő fejezte be sikeresen PhD tanulmányait (Kovács Katalin, Heckenast Tamás, Fördös Gergely, Szlávecz Ákos) és szerzett abszolutóriumot, ők aktívan dolgoznak a disszertációjuk elkészítésén. Az OTKA projekt témájához kötődve több kutatási és kutatásfejlesztési program indult az elmúlt évek során. Ezek közül két programot említünk, melyek a „Diagnosztika foton emissziós felvételek alapján” végzett kutatások kapcsán indultak, ezek:

- Multi-modalitású képalkotó-rendszer sorozatgyártásra történő kifejlesztése orvos-biológiai kutatás és humán orvos-diagnosztika céljára (NKFP06A1-PETCT\_06)
- Különböző modalitású orvosi diagnosztikai tomográfias berendezésekbe építhető teraflop kapacitású képrekonstrukciós rendszer kifejlesztése (NKTH\_TECH\_08\_A2\_TERATOMO)

Az OTKA kutatási projekt tehát nemcsak a publikációkban közzétett kutatási eredményeket tekintve, hanem további mérhető szempontokat is figyelembe véve sikeresen zárult.

## 2. Eredmények ismertetése

### 2.1. Diagnosztika foton emissziós felvételek alapján

A foton-emissziós SPECT képalkotó eljárások területén folytatott kutatások során olyan új eljárás kifejlesztésén dolgoztunk, mely lehetőséget adnak a képminőség javítására többek között az erősen inhomogén elnyelő közeg okozta torzítások korrekciójára vagy a detektorban fellépő fizikai hatások kompenzálására.

A szívről készült foton-emissziós SPECT felvételek esetén az erősen inhomogén elnyelő közeg következtében a rekonstruált szeletek olyan geometriai torzulásokat szenvedhetnek, melyek következtében hibás diagnózis születhet. Ennek kiküszöbölésére az ML-EM (Maximum Likelihood Expectation Maximization) iteratív rekonstrukciós algoritmust elnyelési korrekciós funkcionalitással egészítettük ki. Korábbi feltételezések szerint teljes értékű elnyelési korrekcióhoz a gamma kamerával 360 fokos felvétel készítésére volt szükség. Időközben analitikus úton bizonyítást nyert, hogy ún. pi-scheme konfigurációkban 180 fokos szkennelési tartomány is elegendő a teljes értékű elnyelési korrekcióhoz. Kutatásaink során vizsgáltuk, hogy a szkennelési tartomány 180 fokra redukálása pi-scheme konfigurációban

valós gamma kamera esetén milyen hatást eredményez. Kísérleteink igazolták az analitikus eredményeket, bár egyes irányok figyelembevétele – feltehetően a felvétel statisztikai hiányosságai miatt – nem hozott teljesen kielégítő eredményt.

További probléma a SPECT felvételek készítése során a kollimátor blurring jelenség, mely szintén rossz képminőséget okozhat. Ennek hatása a távolságfüggő felbontás (DDSR: Distance Dependent Spatial Resolution). Ennek kiküszöbölésére a jelenlegi elnyelési korrekcióval kibővített ML-EM algoritmust DDSR kompenzációs funkcionalitással fogjuk kiegészíteni, és az új algoritmus működését vizsgáljuk különböző pi-scheme konfigurációkban.

A foton-emissziós (SPECT) felvételek készítését, ill. feldolgozását célzó kutatásaink új lendületet kaptak 2006-ban, mivel a témához kapcsolódva és az eddigi eredményekre alapozva elindult a Mediso Kft. vezetésével az NKFP-A1-2006-0017 nyilvántartási számú, a Jedlik Ányos program keretében benyújtott „Multi-modalitású képalkotó-rendszer sorozatgyártásra történő kifejlesztése orvos-biológiai kutatás és humán orvos-diagnosztika céljára” című kutatásfejlesztési projekt. A projekt támogatásával a konzorcium multi-modalitású, PET/CT orvosi képalkotó rendszer kísérleti fejlesztését vállalta.

A kutatócsoportunk konkrét feladata a projektben a kialakítandó, gyűrűs kisállat/humán PET-berendezések paramétereinek meghatározása (pl. térbeli felbontás, érzékenység profil stb.) számítógépes szimulációk segítségével. Az elvégzett konkrét feladatok a következők:

- szóráskorrekciós algoritmusok vizsgálata;
- pozíciódiszkriminációs algoritmus fejlesztése;
- energiadiszkriminációs algoritmus fejlesztése;
- különböző geometriájú PET detektorok esetén az érzékelő kristályban az optikai fotonok követését lehetővé tevő módszer kidolgozása, ill. a módszert megvalósító szimulációs szoftver (PetDetSim) fejlesztése;
- PVM (parallel virtual machine) környezetben használható módszerek kidolgozása párhuzamosítható rekonstrukciós algoritmusokhoz.

A témában a közelmúltban sikerült egy új pályázatot nyernünk: Különböző modalitású orvosi diagnosztikai tomográfias berendezésekbe építhető teraflop kapacitású képrekonstrukciós rendszer kifejlesztése (NKTH\_TECH\_08\_A2\_TERATOMO) címmel. Ez lehetőséget ad a témában további kutatások végzésére.

## **2.2. Orvos-genetikai diagnosztika**

Új eredmények születtek az orvos-genetikai, bioinformatikai témában is. Erősen kutatott terület a DNS 98%-át kitevő alvó (a protein szintézisben részt nem vevő) szakaszok azonosítása. Módszert dolgoztunk ki, és kifejlesztettük az azt megvalósító eszközt, mellyel a természetben lejátszódó protein szintézis szimulálható és meghatározható a természetben soha le nem zajló inverz protein szintézis (Overlapping Back Translation). A módszer lehetőséget ad fehérje részleteket kódoló DNS szekvenciák hatékony megkeresésére. Az új módszert kereső eszközökbe beépítettük és kifejlesztett eszközzel számos kísérletet végeztünk. Kapcsolatot kerestünk a fehérjék, ill. az őket alkotó aminosavak tulajdonságai, valamint az aminosavakat kódoló DNS triplet-ek felépítése között.

A protein molekulák hatalmas száma miatt emberi erőforrással nehezen megoldható feladat akár egy protein molekula konformációinak vizsgálata is. Kidolgoztuk az algoritmusát annak

az elemzésnek, mely segítségével ezen vizsgálatok automatikusan, ill. részben automatikusan elvégezhetőek. Jelenleg dolgozunk egy olyan validált adatbázis létrehozásán, mely alkalmas az általunk, ill. más kutatócsoportok által kidolgozott bioinformatikai algoritmusok vizsgálatára és hatékonyságuk összehasonlítására.

A területen folytatott kutatások új lendületet kaptak a közelmúltban a hollandiai RIKILT Institute of Food Safety intézettel kialakított együttműködéssel. Ebben a kutatási együttműködésben génmanipulált élelmiszerek minél egyszerűbb kimutatására szolgáló módszerek kidolgozását céloztuk meg.

### **2.3. Új módszerek kidolgozása diagnosztikai célú informatikai rendszerek hibamentességének biztosítására**

Ebben a kutatási résztemában a korábbi OTKA kutatások keretében kidolgozott validációs és verifikációs módszereket finomítottuk tovább. Különös kihívást jelentett egy-egy konkrét alkalmazási terület igényei szerint módosítani a módszereket. Jelen OTKA projekt egyes részterületein született diagnosztikai eljárások megvalósítása során alkalmaztuk, ill. a terület igényei szerint módosítottuk a validációs és verifikációs eljárásokat annak érdekében, hogy a megvalósított rendszerek hibamentesek legyenek.

Az orvosdiagnosztikai rendszereken kívül a validációs és verifikációs módszereket alkalmaztuk műszaki területen is. Erre jó lehetőséget adott az OTKA projekttel párhuzamosan futó GVOP-3.1.1.-2004-05-0408/3.0 számú, „ENUM eljárásra alapuló szolgáltatások megvalósítása” című kutatás-fejlesztési projekt, melyben nagymegbízhatóságú informatikai rendszereket kellett létrehoznunk.

### **2.4. Távdiagnosztikai rendszer**

Tovább folytattuk a BME Orvosinformatikai Laboratóriumában korábban kifejlesztett betegmegfigyelő rendszer kiterjesztését. Itt a rendszer távoli elérhetősége és diagnosztikai komponensekkel történő kiegészítését végeztük el.

Új lendületet kaptak betegmegfigyelő rendszerhez kapcsolódó kutatások a BME-n működő Elektronikus Jármű és Járműirányítási Tudásközpont keretei között közösen folytatott 5.2 részprojektjének 2006-os indulásával. Ennek a projektnek a keretében alapkutatási feladatba kezdtünk azzal a céllal, hogy feltérképezzük a járművezető vitális paramétereinek rögzítésére alkalmas szenzor-rendszer kialakításának lehetőségét. A szenzorok által gyűjtött adatokra támaszkodva olyan humán modellt alkottunk, amely lehetővé teszi a vezető és a jármű(vek), valamint a környezet kölcsönhatásainak szisztematikus leírását, ezáltal a forgalom biztonságának és a forgalom irányítási határfokának javítását.

Ehhez a részfeladathoz kapcsolódott a Széchenyi István Egyetem Közlekedéscépzési és Településmérnöki Tanszékével együtt végzett kutatások, melyek lehetővé teszik a járművezetők egyéni viselkedését leíró modellt, ill. az ahhoz kapcsolódó módszerek kidolgozását és ezáltal valóságosabb forgalmi szimulációt, ill. kapacitásbecslés megvalósítását.

### **2.5. EEG-jelfeldolgozás új eseményfelismerési és állapotosztályozási módszereinek kutatása**

Az EEG jelek elemzését célzó kutatások előtt a kutatási projekt első részében agy véráramlási jelek feldolgozását végeztük el, mint azt a korábbi jelentésben említettük. Az agyi véráramlás elváltozásainak kutatása szép eredményeket hozott. Sikerült kidolgozni a lényegkiemelő, ill.

osztályozó módszerek feladatra illeszkedő kombinációját. Az eredeti feladatot általánosítva, a kidolgozott módszereket általában is lehet hasonló területről származó idősorok elemzését célzó problémák megoldására alkalmazni.

Az EEG jelek feldolgozását célzó munkánk során olyan módszerek kidolgozását céloztuk meg, melyek szívritmusok során rögzített EEG jelek alapján alkalmasak különböző traumák (pl. agyvérzés) korai detektálására. Munkánk során elsősorban nemlineáris matematikai eszközöket (fraktál analízis, ill. a kaotikus jelfeldolgozás módszereit) használunk. A kutató munka során támaszkodunk a korábbi, agyi véráramlás elemzése kapcsán született eredményekre. A kutatás nemzetközi kollaborációban folyik, szorosan együttműködve a Centre for Health Informatics, School of Informatics, City University, London munkatársaival. Ezen kutatások tovább folytatódnak.

Ehhez a témához kapcsolódnak az alkalmazott módszertan kapcsán a cukorbetegség szabályozása és optimalizált inzulin-adagolás témájában végzett kutatások, melyek célorientált szabályozási algoritmusok kidolgozását célozták meg. Mivel a szakirodalomban történő szabályozási javaslatok mind modell függőek – mi több nagymértékben függnek a figyelembe vett paciens(ek) alapján becsült modell-paraméterektől –, olyan robusztus szabályozási módszerek fele orientálódtunk, amelyek megfelelő bizonytalanság figyelembe vételével képesek a betegsokaságra kiterjeszteni. Eredményeinket sikerült mindkét széleskörben használt szimulációs környezetben (MATLAB és Mathematica) validálni. Eredményeinket rangos nemzetközi konferenciákon publikáltuk.

Ebben a témában Kovács Levente PhD fokozatot szerzett, disszertációjának címe „Új elvek és céladekvát algoritmusok az inzulin adagolás szabályozására cukorbeteg esetében”.