



E(L)JÖVENDŐ

IKT kutatási eredmények a gazdaság és a társadalom szolgálatában



MŰEGYETEM 1782



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásával valósul meg.

IKT P1 T9 – Modell alapú mérnöki módszerek kidolgozása orvosi és műszaki alkalmazásokhoz

dr. Benyó Balázs
VIK Irányítástechnika és Informatika Tanszék
Orvosi Informatika Labor



- Modell alapú mérnöki módszerek kidolgozása orvosi és műszaki alkalmazásokhoz:
 - vércukor háztartás modellezése és szabályozási algoritmusok kidolgozása intenzív felügyelet alatt álló, ill. diabéteszes betegek esetén;
 - orvosi környezetben használatos képkalkotó, ill. képfeldolgozó eljárások kidolgozása;
 - számítógéppel támogatott sebészeti eljárások kutatása;
 - NFC (Near Field Communication) technológiával alkalmazásfejlesztési és futtató környezet kidolgozása.

SPECT/CT: Elnyelési korrekcióval és detektor válasz kompenzációval kiegészített MLEM algoritmus GPU-ra optimalizált változatának kidolgozása

Orvosi környezetben
használatos képalkotó, ill.
képfeldolgozó eljárások
kidolgozása

Izotóp diagnosztikai eljárások

- A képalkotó eljárások, izotópdiagnosztikai módszerek:
 - Szerepük az orvosi diagnosztikában rohamosan nő
- Új, ill. gyorsan fejlődő technológiák:
 - SPECT, PET, MRI, CT...
 - Számítási erőforrások kapacitás növekedése → képminőség lényeges javítása
 - Multimodális képalkotók
 - PET/CT, SPECT/CT, SPECT/MRI, PET/SPECT/CT
 - Képminőség javítása a különböző modalitások felhasználásával

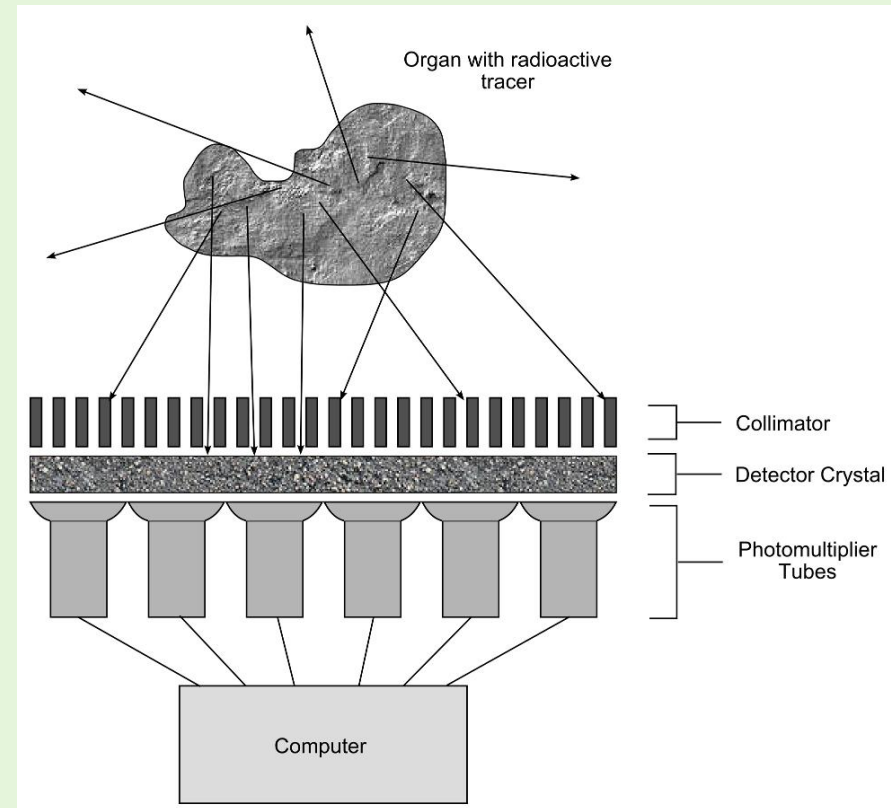
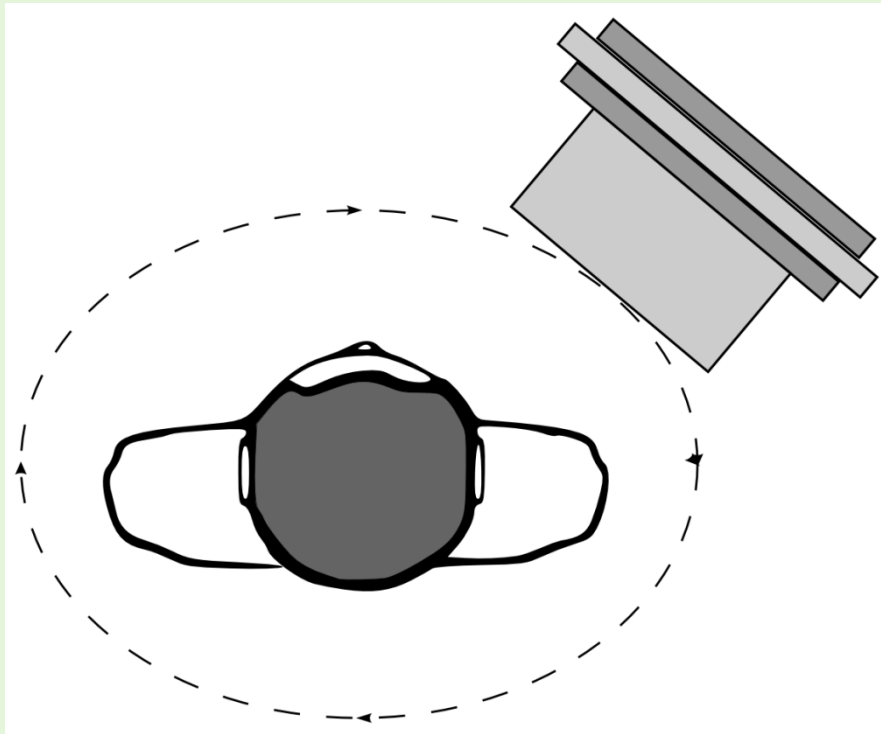


Módszerek a képminőség javítására



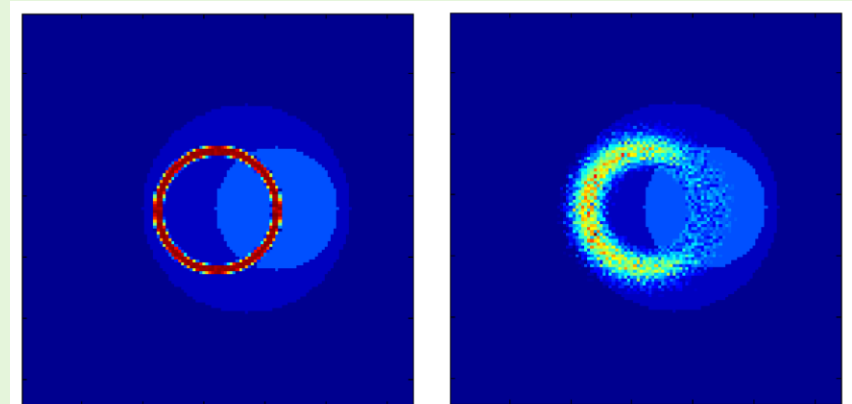
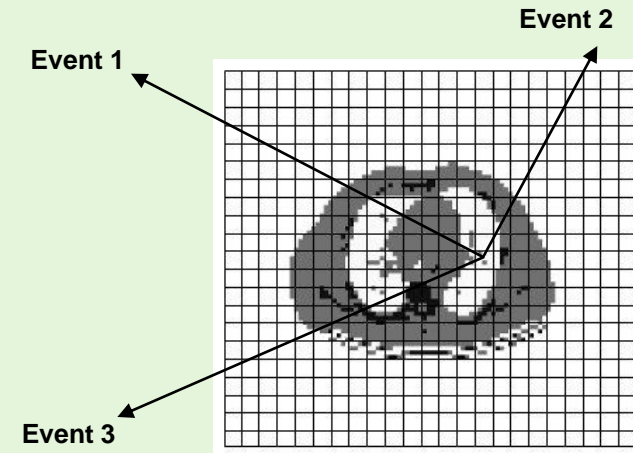
- SPECT/CT (Single Photon Emission Computed Tomography/Computer Tomography)
 - Elnyelési korrekció, ill. távolság függő detektor felbontás hatásának kiküszöbölése
 - A multimodális képképzés során rendelkezésre álló elnyelési térkép felhasználása
 - Az MLEM Maximum Likelihood Expectation Maximization algoritmus GPU-ra optimalizált változatának kidolgozása

SPECT képalkotás



Inhomogén elnyelési közeg hatása

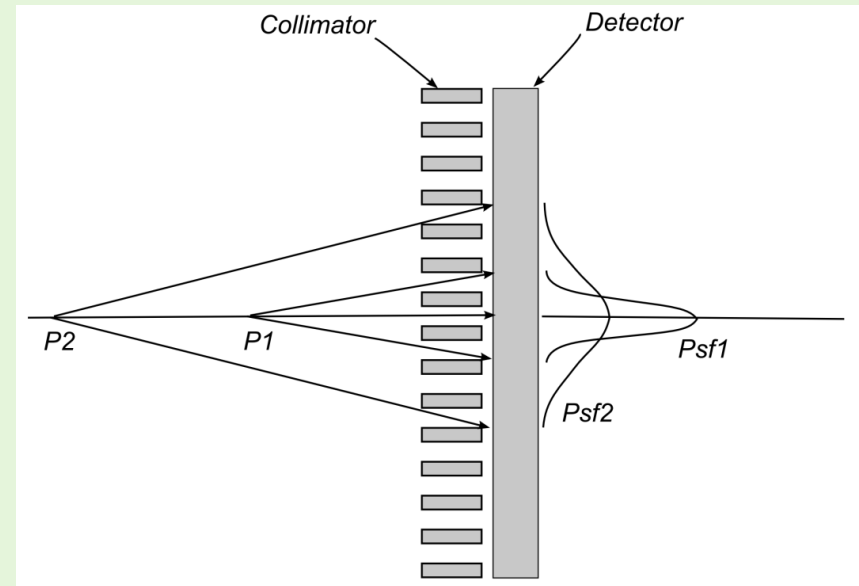
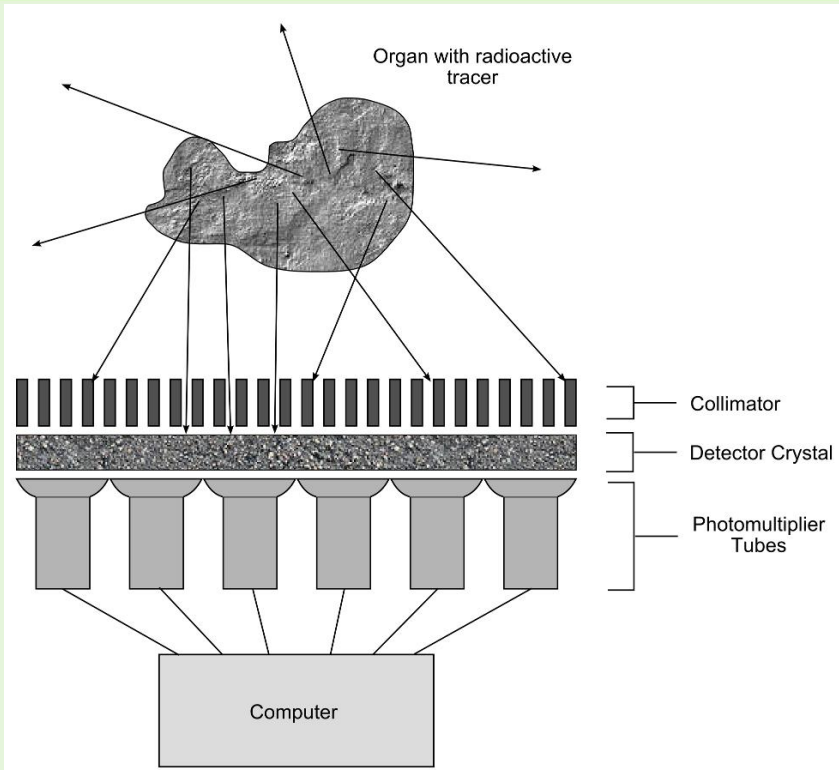
- Gamma fotonok szóródása, ill. elnyelődése
 - Anyagra jellemző, igen változó mértékben
- Hatása: aktivitás részben eltűnik a rekonstruált képen
- Orvosi diagnosztika szempontjából igen lényeges torzítás



(a)

(b)

Detektor távolság függő felbontása



- Kollimátor véges geometriai méretei
- Gamma foton penetráció a kollimátor lyukak között
- Detektor kristály intrinsic felbontása

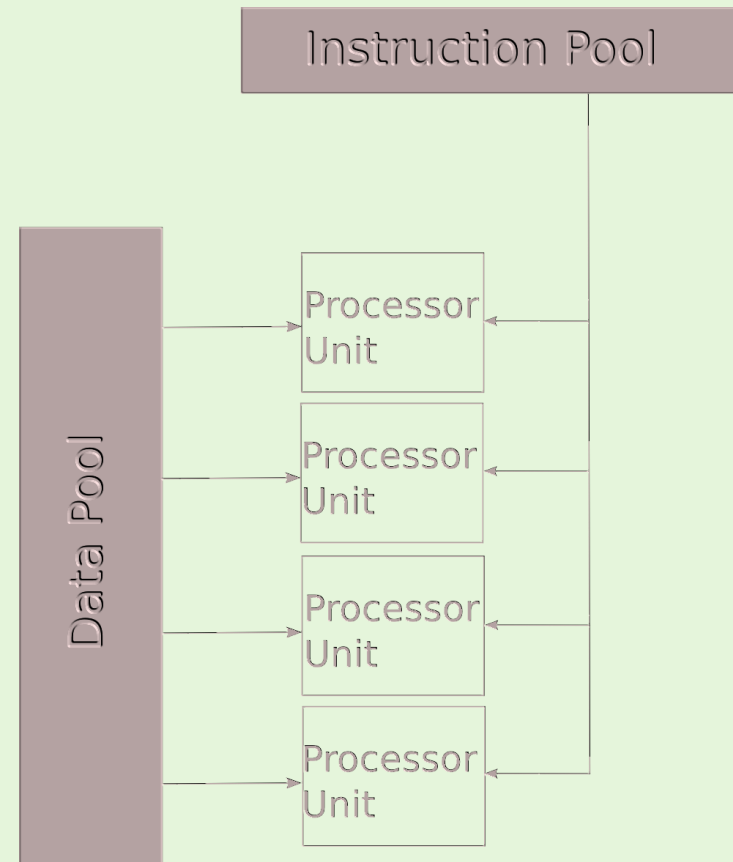
MLEM iteratív képrekonstrukció

- Valamilyen feltételezett aktivitás eloszlásból indul ki
- Kiszámolja az adott eloszlás alapján kapott vetületi képeket (előrevetítés)
- Az előrevetítés eredménye, ill. a tényleges detektált eredmények közötti hányadosa alapján módosítja az aktivitás becslést (visszavetítés)
- Az előrevetítés, ill. visszavetítés lépéseket iterálja, míg a kép egy adott határon belül nem lesz állandó
- Előny: a fizikai hatások kompenzációját bele építhetjük az előrevetítő operátorba → számítás-intenzív megoldás

$$\text{Aktivásbecslés}^{k+1} = \text{Aktivásbecslés}^k \times \text{Visszavetítés} \left(\frac{\text{Mértérték}}{\text{Aktivásbecslés}^k \text{ előrevetítése}} \right)$$

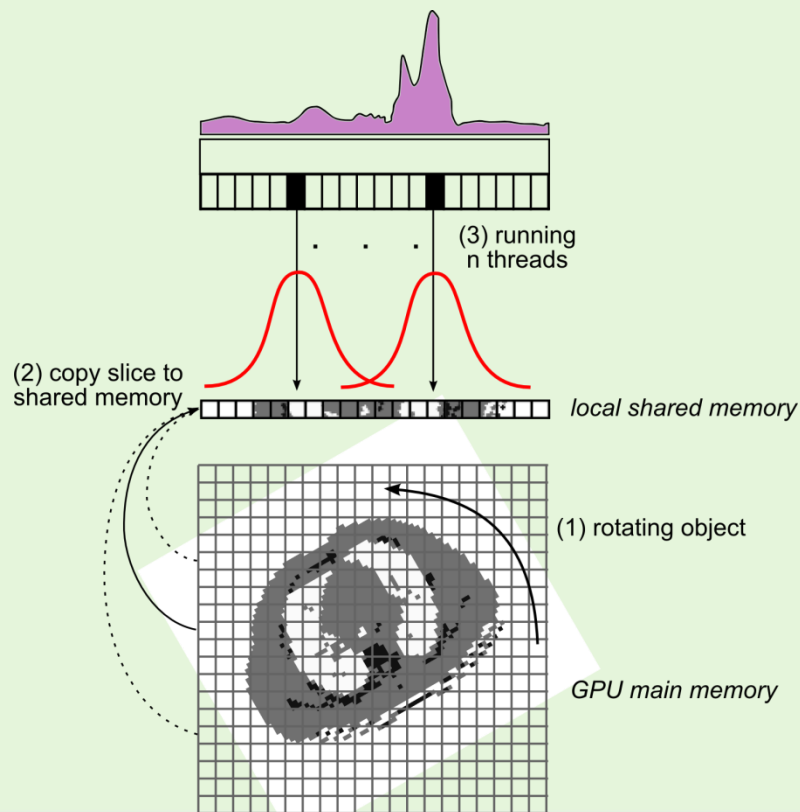
Implementációs platform: GPU

- SIMD (Single Instruction Multiple Data) architektúra
- Lineáris interpoláció hardveres gyorsítása (voxel tömb esetén)
- Kapacitás kihasználása:
 - Hagyományos CPU-ra készült algoritmus nem optimális
 - Új, GPU-ra szabott algoritmus kell

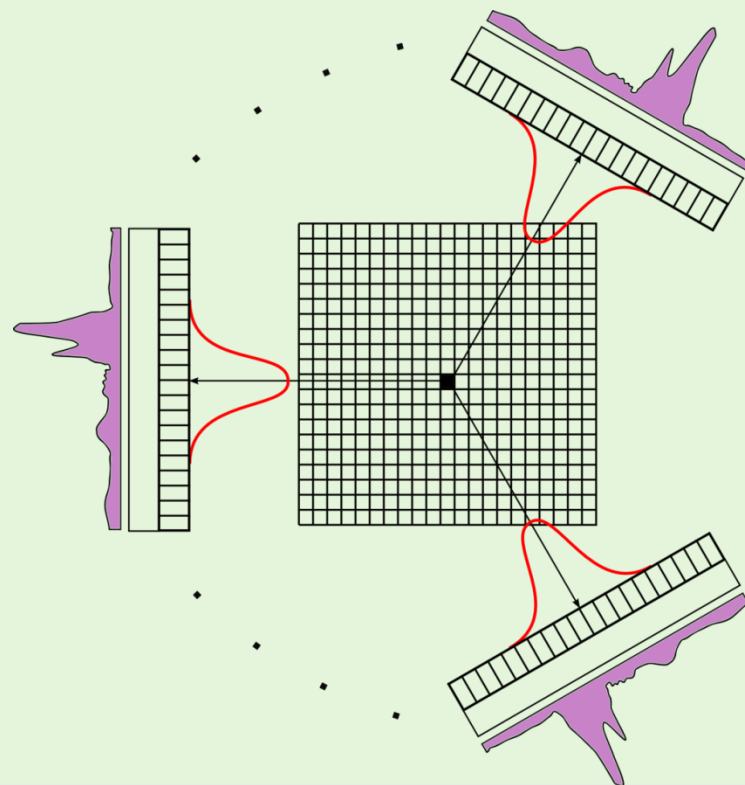


GPU-ra optimalizált MLEM

Előrevetítés



Visszavetítés



- **Előrevetítés:**
 - Detektor pixelenként számítjuk a választ
 - Egyszerre indítunk minden pixel-válasz kiszámítására egy szálat
 - A szálak a lokális osztott memóriájukba tárolják az aktivitás térkép, ill. elnyelési térkép feldolgozandó részét
 - kb. két nagyságrenddel gyorsítja a feldolgozást
- **Visszavetítés:**
 - Voxelenként számítjuk az aktivitást
 - Szálak osztott memóriában tárolják a vetületi képeket

- **3D OSEMRRAC**

Elnyelési korrekcióval és detektor válasz kompenzációval kiegészített MLEM algoritmus GPU-ra optimalizált változatának kidolgozása

- **Algoritmus implementációja GPU-n**

- 64 db 128x128 pixelt tartalmazó projekciós kép rekonstrukciója egy $128^3 = 2\,097\,152$ voxelt tartalmazó voxel tömbön:

- 205 másodperc (nVidia GTX 480 GPU)

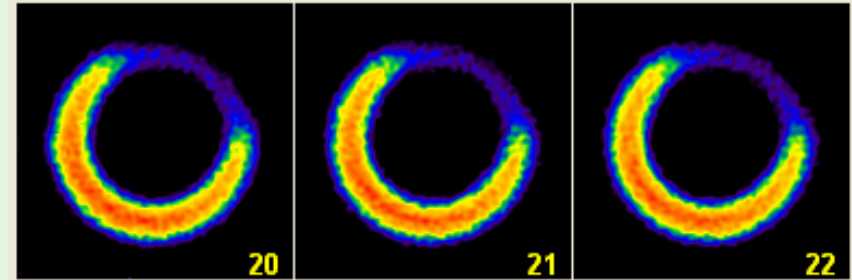
- **Algoritmus validációja**

Eredmények: Verifikáció henger fantomon

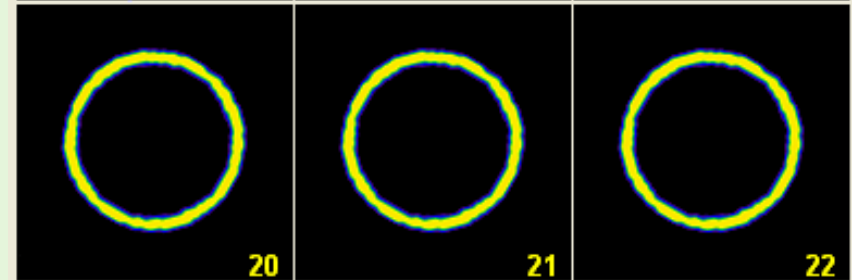
Referencia



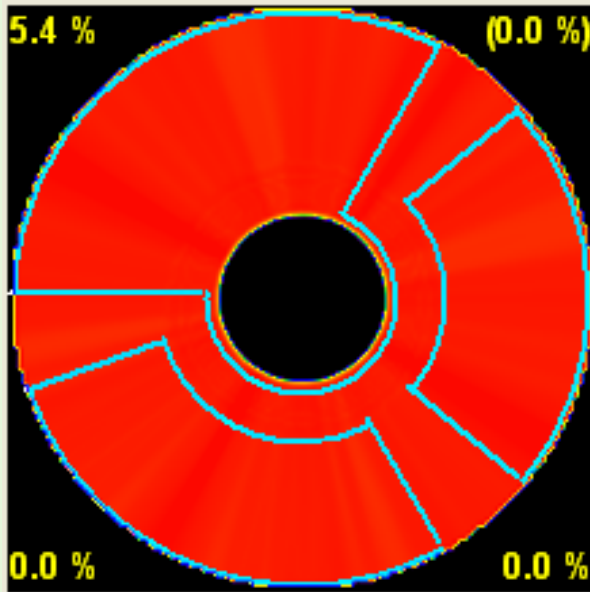
3D OSEM



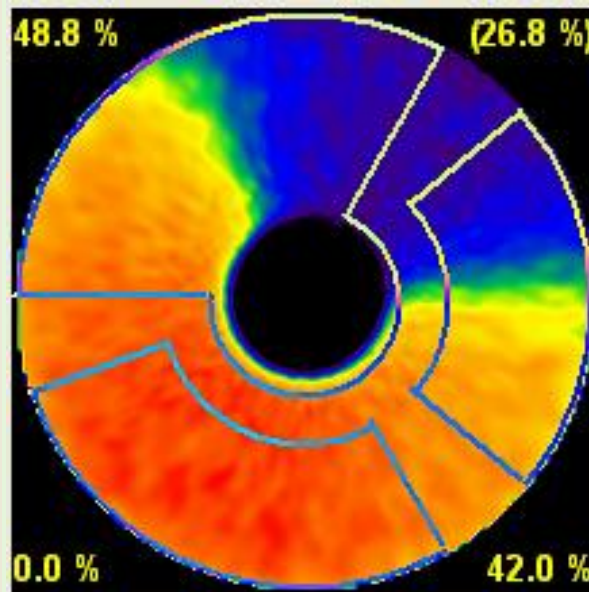
3DOSEMRRAC



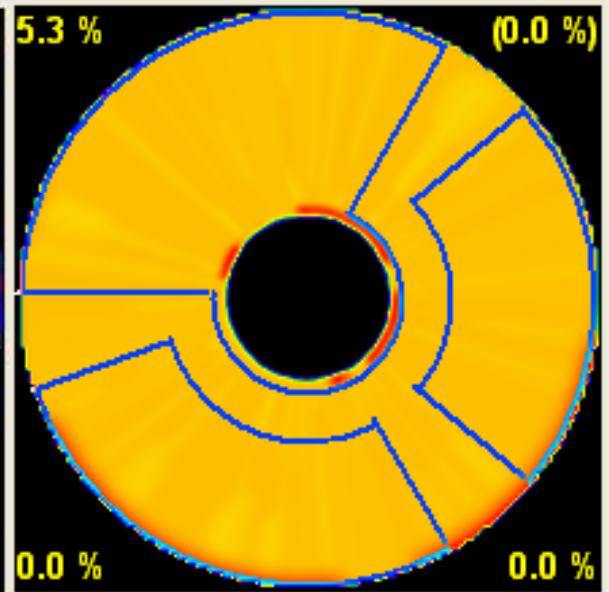
Verifikáció henger fantomon: bullseyes összehasonlítás



Referencia



3D OSEM

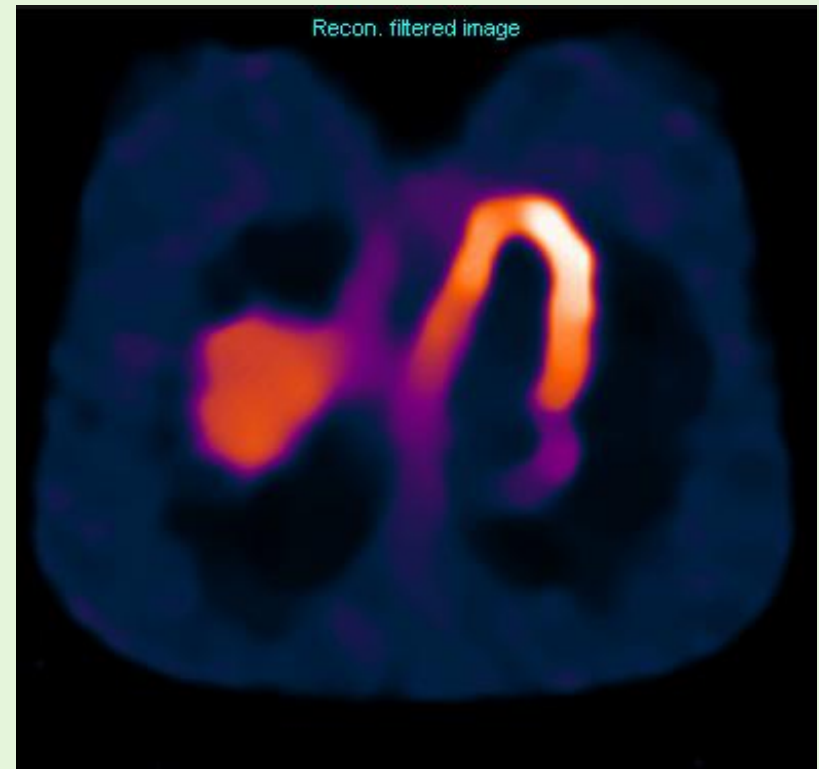


3DOSEMRRAC

Eredmények NCAT fantom

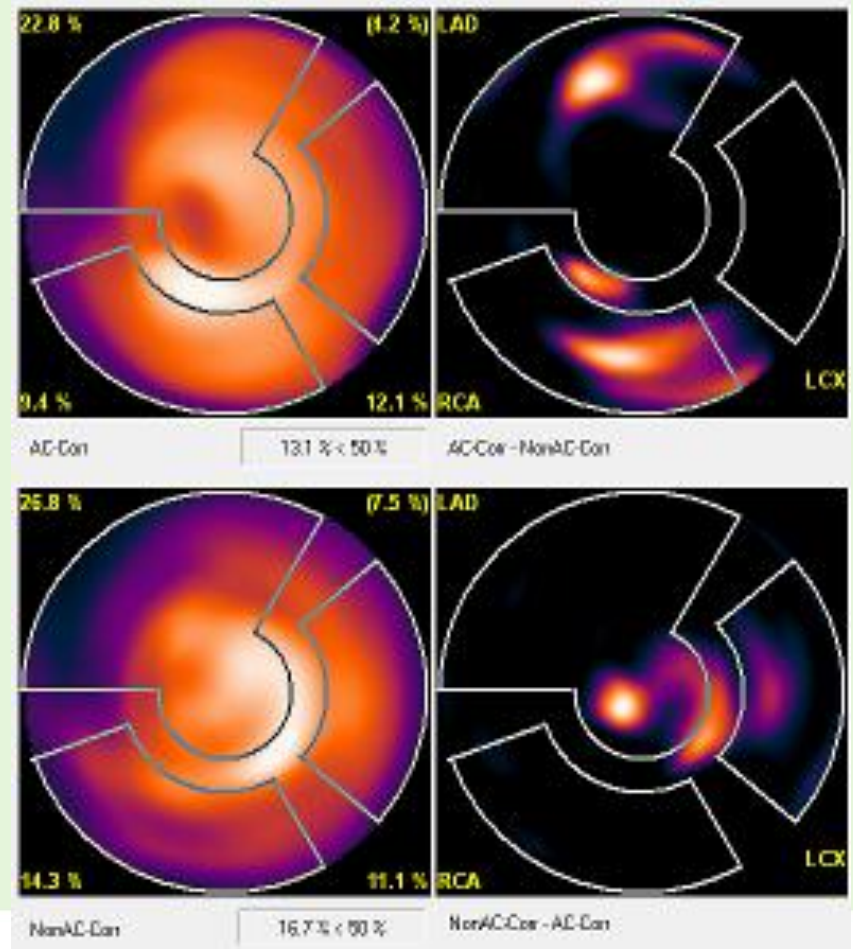
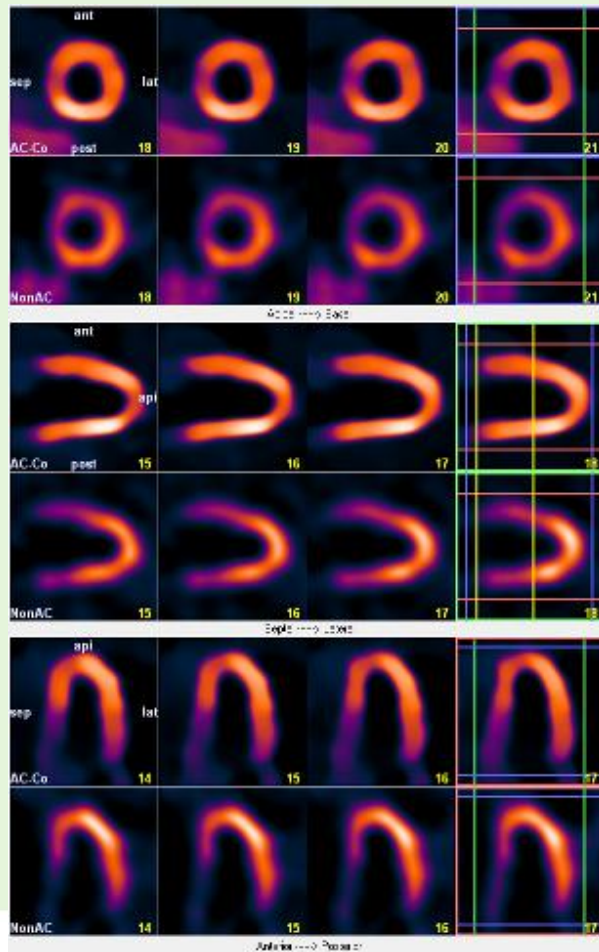


Referencia kép



Rekonstruált kép

NCAT fantom: 3D OSEMRRAC vs. 2D OSEM



- Az orvosi diagnosztika igénye
 - Jobb minőségű képeket eredményező képalkotó eljárások
- Technológia fejlődése:
 - Multimodális képalkotó eljárások
 - Számítási kapacitás növekedése: GPU
- Új képrekonstrukciós eljárások
 - Módszereket megvalósító, GPU-ra optimalizált algoritmusok kidolgozása
 - Gyakorlati alkalmazás lehetősége

NFC alkalmazás fejlesztési és futtató keretrendszer

Near Field Communication Technology

- Near Field Communication Technology
 - Érintés nélküli (Contactless) + Mobile technológia
 - Különböző eszközök egyszerű és biztonságos kapcsolata
- Előnyök:
 - Felhasználó barát módon lehet eszközök közötti adatátvitelt megvalósítani
 - Biztonságos kapcsolatfelvétel, biztonságos adattárolás
 - Új lehetőség számos szolgáltatás számára

NFC: Három működési mód

Biztonságos Smart Card Technológia

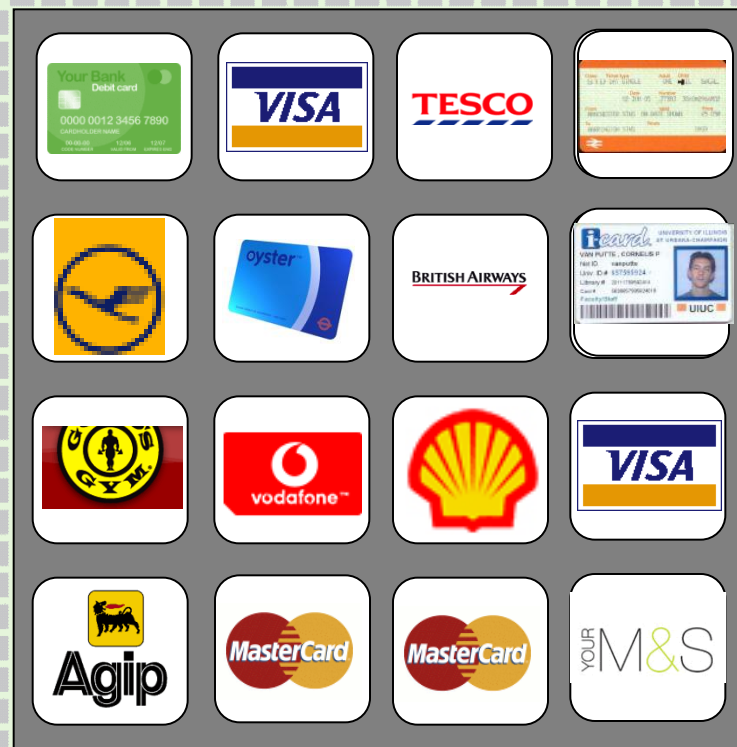


Multi-applikációs környezet



NFC képes
telefon

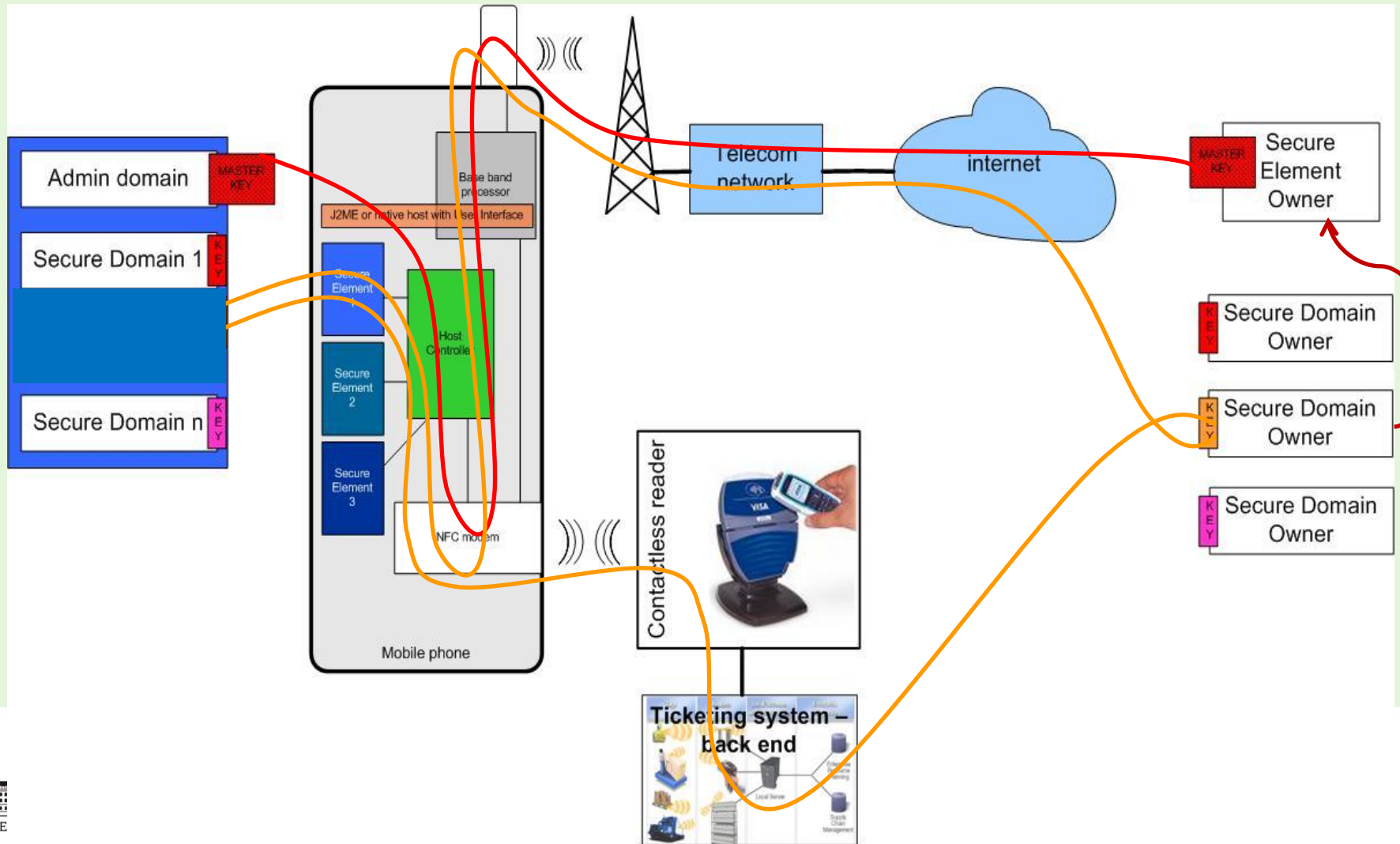
Biztonságos
Tároló



M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2

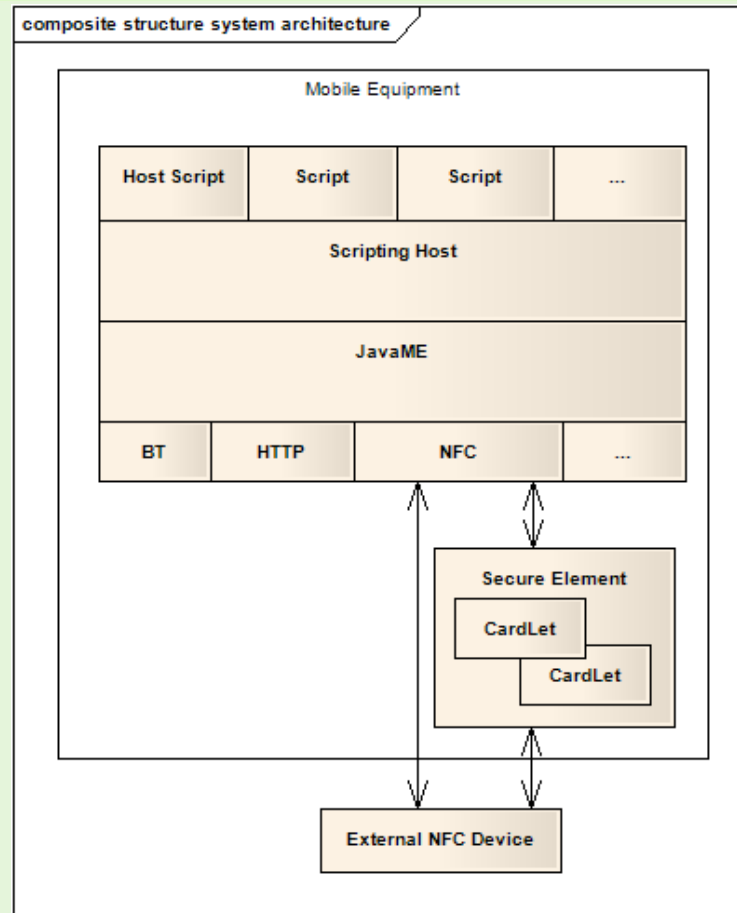
Műegyetem - Kutatóegyetem
Intelligens környezet és e-technológiák

Over-the-Air NFC application installation



NFC ALKALMAZÁS FUTTATÓ KERETRENDSZER

A script futtató host környezet felépítése



- **Adat módosító utasítások:**
 - Aritmetikai utasítások, adat manipuláló:
 - Write, Delete, +, -, *, / etc.
- **Utasítás sorozatok szekvenciális végrehajtását módosító utasítások:**
 - Elágazás és iterációs utasítások:
 - If, Goto, Exit, Wait, Iterate, etc.
- **Utasítások a felhasználói felület kialakítására:**
 - Téma alapú, animációkat lehetővé tevő felhasználói felület
- **Kommunikációt lehetővé tevő utasítások:**
 - RemoteFunctionCall – egységes felület az adatcserére
 - BT, HTTP, NFC (ndef, nfcip), MiFare (közvetlen adatcsere)
 - Egyszerű host-on belüli, ill. külső kommunikáció

Script alapú alkalmazás fejlesztés



- **A scripteket az installáció előtt byte sorozattá konvertáljuk**
 - Lehetőség tömörítésre és kódolásra
 - Lehetőség eszköz specifikus információ hozzáadására
- **A letöltött alkalmazás (byte sorozat) felépítése**
 - Pre-compiled script
 - Static data objects
 - In-life data
- **A script önmaga tartalmazza az alkalmazás futtatásához szükséges összes információt**
 - A script alkalmazás el van határolva a mobil eszköztől, a háttér rendszertől és a termináltól
 - A kommunikációt az összes környezeti elemmel a host bonyolítja

- **Alkalmazás biztonsága, védelme**
 - A kód, ill. az adat területek módosíthatatlanságát biztosítjuk
 - A scriptek bináris, kódolt változatát töltjük le
- **Alkalmazások egymástól történő védelme**
 - Alkalmazások futás idejű elhatárolása
- **Biztonsági funkciókat behatároló tényező**
 - A futtató környezet biztonsági funkciói a futtató platform biztonsági szintjétől függ
- **Biztonságos tároló használata (secure storage)**
 - CardLet a secure element-ben
 - Kódolt adat tárolás
- **Host tervezés**
 - Tervezési lépések dokumentáltak, lehetőség white box típusú auditálásra

Funkciók felhasználói felület kialakítására

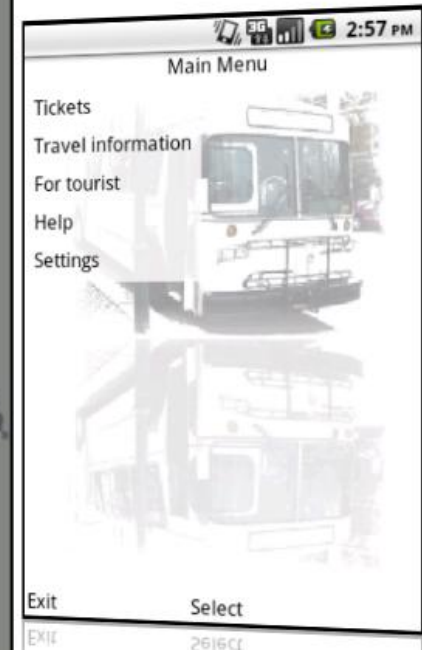
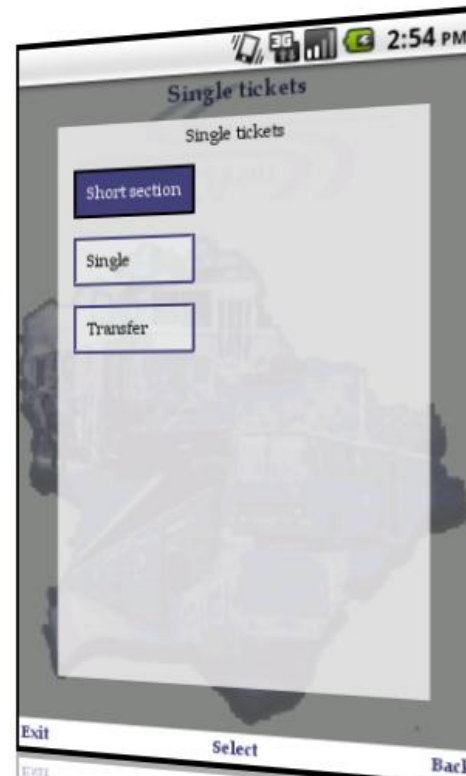
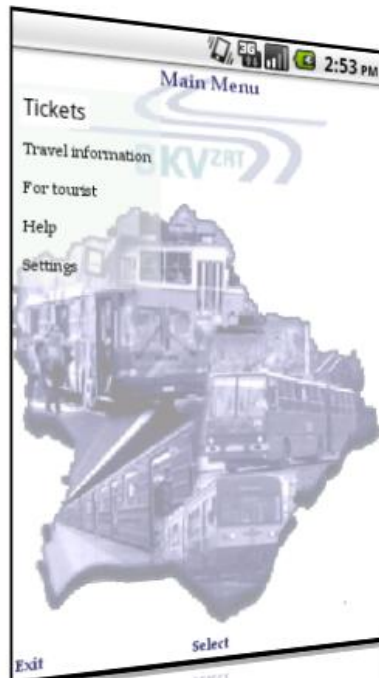


- **Minden általánosan használt GUI elem elérhető:**
 - Label, button, checkbox, radiobutton, list, dialog, etc.
- **Layout alapú elrendezés beállítások:**
 - Flow, box, border, group, coordinate
- **Minden GUI elem paramétere állíthatóak a stílus/téma állításával:**
 - Background, foreground, font, images, margin, padding stb.
- **Előre definiált stílusok/témák az alkalmazásokhoz**
- **Téma/stílus szabadon váltható:**
 - Fejlesztő szabadon beállíthatja az alkalmazható stílusokat

Felhasználói felület példák – Nokia platform



Felhasználói felületek – Android platform



- Nier Field Communication Technológia:
 - Lehetőség új szolgáltatások megvalósítására, ill. meglévő szolgáltatások egyszerűbbé tételére
 - Komplex technológiai környezet
 - Új módszerek és eszközök szükségesek az alkalmazások telepítéséhez és fejlesztéséhez
- Eredmények:
 - Futtató környezet kidolgozása
 - Technológiai és felhasználási követelmények felmérése és figyelembe vétele
 - Követelményeknek eleget tevő szoftver környezet kidolgozása
 - Ajánlások technológiai szabványok kidolgozására, továbbfejlesztésére

Köszönöm a figyelmet!



BME IIT - ORVOSI INFORMATIKA LABORATÓRIUM