

A bioelektromos képalkotás párhuzamosítható feladatai

Dr. Juhász Zoltán, Pannon Egyetem

A cikk bemutatja a többprocesszoros rendszerek, ezen belül is a sokmagos grafikus gyorsítókártyák alkalmazásának lehetőségeit a bioelektromos képalkotás területén és ismerteti a Pannon Egyetem Párhuzamos és Elosztott Rendszerek Kutatócsoportjában a számítógépes képalkotó feladatok nagymértékű felgyorsításában elért eredményeket.

This paper describes the potential use of multi-processor systems, especially the new multi-core graphics processors in bioelectric imaging applications and highlights the results of the Parallel and Distributed Systems Group of the University of Pannonia in speeding up computationally intensive imaging tasks.

BEVEZETÉS

Az elmúlt néhány évben egy csendes, de ugyanakkor forradalommal felérő paradigma váltás történt a mikroprocesszorok tervezésében és gyártásában. A korábbi fejlődést meghatározó órajel frekvencia növelés félvezető-fizikai és hődisszipációs problémák miatt ma már nem tartható. A gyártók belátták, hogy további számítási teljesítmény növekedést csak több processzor együttes használatával érhetnek el. E felismerés indította el a többmagos processzorok fejlesztését, melyek mára egyeduralmukká lettek a számítógépekben és hamarosan már a mobiltelefonokban is. Több processzor együttes működése azonban speciális programozási technikát igényel, az úgynevezett párhuzamos programok kifejlesztését, mely koordinálni tudja több számítási egység működését. Ezen felül olyan problémákra és algoritmusokra van szükségünk, melyek lehetővé teszik nagyobb feladatok megoldását több kisebb részfeladatra bontással és azok egyidejű végrehajtásával.

A Pannon Egyetem Műszaki Informatikai Karán négy éve kezdődött meg az Egészségügyi Informatikai Kutató-Fejlesztő Központ és a Párhuzamos és Elosztott Rendszerek Kutatócsoport együttműködése keretében a párhuzamos számítási technológiák orvosi alkalmazási lehetőségeinek vizsgálata. A közös kutatás jelenleg egy TÁMOP program (TÁMOP – 4.2.2-08/1/2008-0018, Élhetőbb környezet, egészségesebb ember: Bioinnováció és zöld technológiák kutatása a Pannon Egyetemen) keretében folytatódik, melynek egyik részfeladata új agyi és kardiológiai képalkotó rendszerek kifejlesztéséhez kapcsolódóan a megvalósításhoz szükséges számítási feladatok végrehajtási idejének csökkentése volt párhuzamos számítási módszerek felhasználásával.

EGY ÚJ INFORMATIKAI KORSZAK HAJNALA

A jelenlegi számítógépekben használt néhány magos processzorok nem jelentenek nagyon nagy leküzdendő feladatot, azonban az elmúlt években az általános processzorok mellett megjelentek speciális, sokkal több magot tartalmazó processzorok is. Ezek közül elterjedése alapján a legjelentősebbek a videokártyákon található grafikus processzorok, más néven a GPU-k (Graphical Processing Unit).

Mielőtt kitérnénk ezen processzorok tulajdonságaira és jelentőségére, tekintsünk vissza a nem túl távoli múltba, az első teraFlops teljesítményt elérő szuperszámítógép megjelenésére. Az Amerikai Egyesült Államokban kifejlesztett ASCI RED számítógép (1. ábra) 1997-ben érte el az 1,3 teraFlops (1,7 x 10¹² lebegőpontos számítási művelet másodpercenként) teljesítményt. A világ akkor legnagyobb teljesítményű gépe minden szempontból lenyűgöző volt. A rendszer 104 szekrényében 4510 db Pentium Pro processzor dolgozott. A teljes szuperszámítógép ára 110 millió dollár volt, energia felvétele 500 kW, ami kiegészítendő még egyszer 500 kW teljesítmény felvétellel, mely a klimatizáló-hűtő rendszer igénye.



1. ábra
Az ASCI RED szuperszámítógép

A jelenlegi grafikus kártyák legnagyobb teljesítményű modelljei 1,7 teraFlops számítási teljesítményt érnek el egyetlen processzorral, melyben a feldolgozó magok száma 512! Összehasonlításképpen, ezek a kártyák 50-100 eFt-ba kerülnek és energia felvételük kevesebb mint 500 Watt. A világon már most több százmillió számítógépben működik ilyen többmagos, programozható grafikus kártya, azaz szinte bárkinek lehet „személyi szuperszámítógépe”, melynek ma még alig elképzelhető következményei lehetnek a tudomány, ipar és egészségügy területén.

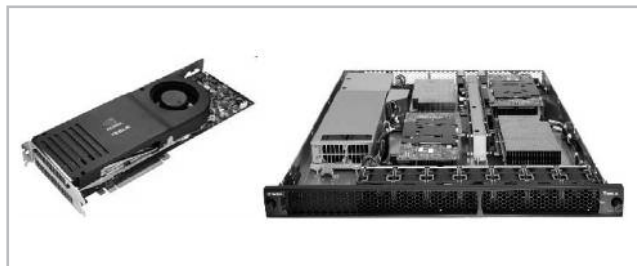
SZEMÉLYRE SZABOTT BIOELEKTROMOS KÉPALKOTÁS

A sokmagos grafikus processzorok teljesítménye csak nagyfokú párhuzamos algoritmusokkal aknázható ki, azaz olyan számítógép programokkal, melyekben egy időben nagyon sok kis részfeladat számítása folyik. Nem minden probléma megoldása ültethető át ilyen rendszerekre, de az orvosi képalkotás az elsők között fedezte fel magának ezt a rendkívül költséghatékony technológiát. Elsőként a hagyományos képalkotó (MR, CT) rendszerekben jelentek meg ezek a processzorok, majd az orvosi és gyógyszerkutatás egyéb területein is. Mivel a technológia a 3D számítógépes játékok területéről indult, a számítási feladatok elvégzése mellett tökéletesen alkalmasak a komplex 2D-3D egészségügyi vizualizációs feladatok elvégzésére is.

Kutatási munkánkban a bioelektromos képalkotás feladatainak párhuzamosításával foglalkoztunk. Elsődleges célunk sokcsatornás agyi EEG jelek kiértékelése révén nagy időbeli felbontással és térbeli pontossággal meghatározni az agy aktivitását, elsődlegesen stroke-os betegek gyógyszeres rehabilitálásának monitorozása érdekében. E feladat sokrétű számítási és vizualizációs feladat megoldását igényli. A legfontosabbak:

- Pontos 3D fejgeometria meghatározása MR felvételek szegmentálásával
- EEG jelek feldolgozása, szűrése
- Forráslokalizációs és Laplace számítások végrehajtása
- Mérési eredmények 2D, 3D vizualizációja, animációja

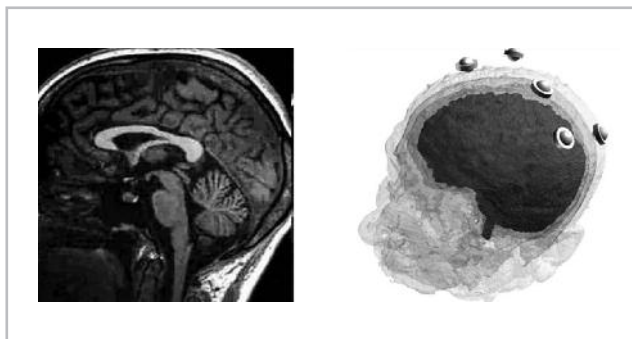
Ezek a részfeladatok rendkívül időigényesek hagyományos számítógépeken, a számítási idők a több perctől órákig is terjedhetnek. Nyilvánvaló, hogy tömeges klinikai alkalmazás csak akkor remélhető ezen új képalkotó eljárásoktól, ha a mérések, vizsgálatok kiértékelése maximum néhány perc. Kutatócsoportunk az NVIDIA cég CUDA technológiára épülő Tesla grafikus gyorsítókártyáit használta a kísérletek elvégzésére (2. ábra). Célunk a fenti alapfeladatok párhuzamosításának megvizsgálása, prototípus rendszerek kifejlesztése és a számítási teljesítmény növekedésének meghatározása volt.



2. ábra
Az NVIDIA Tesla C1060 grafikus kártya és a Tesla S1070 számítási szerver

Az MR felvételek szegmentálására egy ún. level-set szegmentálási algoritmust használtunk, mely egyelőre az

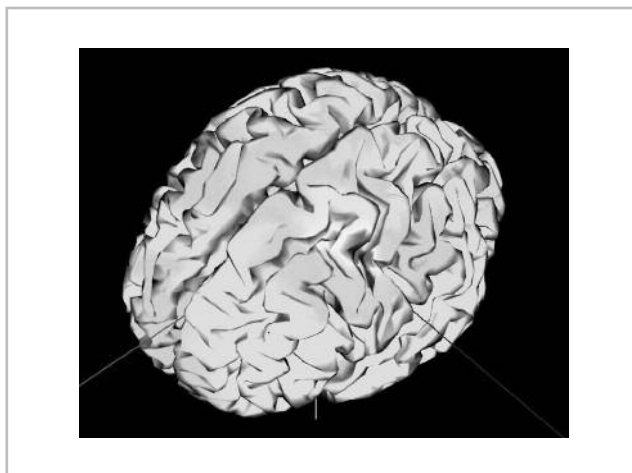
agy geometria meghatározására alkalmas. Az algoritmus párhuzamos változata 480 processzor mag alkalmazása esetén két-dimenziós képek esetén mért sebességnövekedés gyorsulás értéke 476 (256 x 256 pixel) és 1576 (512 x 512 pixel), míg háromdimenziós képek esetén 262 (181 x 217 x 181).



3. ábra
3D fejgeometria meghatározása MR felvételek szegmentálásával.

Az EEG feldolgozás során a célunk az elektródákon mért potenciálok értékéből, a SiCAL módszer [3] szerint spline interpoláció és Laplace számítások segítségével egy potenciál eloszlás térkép meghatározása volt, melyet az agyfelületre visszavetítve megjeleníthető az agy felszín egyes területeinek aktivitási szintje. A kísérleti eredményeink azt mutatják, hogy ebben a számításban a gyorsulás értéke 100 körül van, mely másodperc alatti teljes számítási időt eredményez.

A CUDA platformot használtuk fel egy vizualizációs keretrendszer első változatának kifejlesztésére is, mely az agy három standard és egy 3D nézetét ábrázolja a képernyőn az aktivitási szintek színekkel megjelenítésével együtt. A vizsgálat során regisztrált aktivitás a rendszerben különböző sebességgel visszajátszható, az intenzitása és helye a különböző nézeteken megvizsgálható.



4. ábra
Az agy 3D nézete a kísérleti rendszerben aktivitást jelző színekkel.

ÖSSZEFOGLALÁS

Csoportunk a nemzetközi fejlődési trendekkel egyezően, a ma csúcstechnológiának számító grafikus kártya alapú párhuzamosítási módszereket alkalmazza új agyi, majd kardiológiai képalkotó rendszerek kifejlesztése érdekében. Eddig eredményeink bizonyítják, hogy ez a technológia kompakt méretben, egy diagnosztikai állomásba szerelve képes szolgáltatni azt a számítási teljesítményt, ami a néhány perces kiértékelési idők eléréséhez szükséges.

A szerző itt szeretne köszönetet mondani Magyar Attila és Nagy András Gergely hallgatóknak a kísérleti programok kifejlesztésében végzett munkájukért, az NVIDIA Professorial Partnership Grant bőkezű eszköztámogatásért. A kutatást a TÁMOP – 4.2.2-08/1/2008-0018 számú „Élhetőbb környezet, egészségesebb ember: Bioinnováció és zöld technológiák kutatása a Pannon Egyetemen” című kutatás-fejlesztési program támogatta.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] ASCI RED szuperszámítógép, <http://www.sandia.gov/ASCI/Red/>
- [2] NVIDIA Corp., Tesla Computing Solutions http://www.nvidia.com/object/tesla_computing_solutions.html
- [3] Nagy Z., Végső B., Magos T., Szekrényesi Cs., Fülöp K., Kozmann Gy.: A motoros működés agykérgi szerveződésének vizsgálata bioelektromos képalkotó módszerekkel, 128 csatornás nagy felbontású EEG alkalmazásával egészséges személyeknél és stroke-ot követően. IME Az egészségügyi vezetők szaklapja Képpalkotó Diagnosztikai Különszám, 2009. október, 5-7. ISSN 1588-6387

A SZERZŐ BEMUTATÁSA



Dr. Juhász Zoltán egyetemi docens a veszprémi Pannon Egyetem Villamosmérnöki és Információs Rendszerek tanszékén, ahol a Párhuzamos és Elosztott Rendszerek kutatócsoport vezetője. Okleveles villamosmérnöki diplomát szerzett 1989-ben (BME), majd két évig Észak-Írországban, a The Queen's University of Belfast Computer Science tanszékén dolgozott kutatóként. 1992 óta dolgozik

a Pannon Egyetemen. 1997-ben szerzett Műszaki Informatika PhD fokozatot. Kutatási területe a párhuzamos és elosztott számítási rendszerek elmélete és fejlesztése, valamint az objektumorientált technológiák alkalmazása ezen területeken. Az elmúlt évek alatt több tudományos kutatási pályázatot nyert, valamint többször volt vendégkutató az angliai University of Exeter Computer Science tanszékén. Jelenlegi kutatási tevékenysége a sokmagos grafikus processzorok orvosi képalkotásban történő hatékony felhasználására irányul.

(Folytatás a 36. oldalról)

olyan infrastruktúra, ami lehetővé teszi az őssejtek kutatási felhasználását és megalapozza őssejtek terápiás alkalmazását – **tájékoztató Dr. Nagy László akadémikus, egyetemi tanár, projektmenedzser.** A kétéves projekt eredményeként őssejt kutatóközpont létesült, ahol lehetőség van embrionális és szöveti őssejtek tenyésztésére, biztonságos tárolására és kutatási célra való felhasználására. A kutatóknak egér és humán sejtek visszaprogramozásával sikerült előállítaniuk és karakterizálniuk pluripotens őssejteket (melyek tulajdonságai hasonlóak az embrionális őssejtekéhez). Meghonosítottak egy transzpozon (DNS-molekulán található, helyét változó, „ugráló” gén) alapú génbeviteli módszert, amelynek alkalmazása révén nagy hatékonysággal lehet terápiás géneket bejuttatni őssejtekbe. Ez az eljárás a jövőben alkalmas lehet immun- és anyagcsere betegségekre, mint a Wiskott-Aldrich szindróma, Gaucher-kór és Pelizaeus–Merzbacher betegség génterápiás gyógyítására. Kidolgoztak olyan eljárásokat, melyekkel az őssejtek hatékonyan átalakíthatók ideg-, szívizom- és immun-sejtekké.